POGADANKI
ASTRONOMICZNE

NAPISANE

PRZEZ

Juliana Bayera.



WARSZAWA.
w Drukarni K. Kowalewskiego Ulica Królewska Nr. 1066k.

1869.



POGADANKI ASTRONOMICZNE

WYDANIE NOWE POMNOŻONE.




MIKOŁAJ KOPERNIK POLAK URODZIŁ SIE R:1473 UMARŁ R: 1543

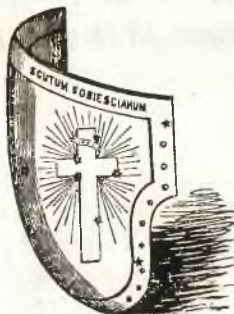
POGADANKI

ASTRONOMICZNE

NAPISANE

PRZEZ

Juliana Bayera.



WARSZAWA.

w Drukarni K. Kowalewskiego, Ulica Królewska Nr. 1066*k*.

1868.

Дозволено Цензурою.
Г. Варшава 23 Ноября 1867 года.

Poświęcam to dziełko tym wszystkim, którzy chcą poznać światy unoszące się w przestworzu nieba, z tém upragnieniem, ażeby cały ten świat powszechny, dowodzący wszechmocności swojego Stwórcy, pobudził ich do szukania wyższych wiadomości nad te, które służą tylko ku ziemskiéj wygodzie i rozkoszy. Zaręczam, że pracy swojéj, na tém polu łożonéj, żałować nie będą, a nowe wydanie tego dziełka świadczy, że pozyskałem znaczną liczbę zwolenników dla téj szczytnéj nauki, która się słusznie „Królową nauk" zowie. Jest to największa za pracę moją nagroda, jaką tylko otrzymać mogłem; puszczam zatém to nowe, znacznie powiększone, wydanie w świat w téj nadziei, że i ono mnie taki sam plon przyniesie,

Warszawa, dnia 13 Lutego 1868.

J. B.

Jako źródła do napisania tego dziełka posłużyły następujące:

Geografia powszechna zebrana przez Ks. Karola Wyrwicza S. J. Warszawa. 1773.

Geografia czyli *Opisanie matematyczne i fizyczne ziemi* przez Jana Śniadeckiego. Wydanie trzecie. 1818.

O obserwacyach astronomicznych przez tegoż: zob. Pisma rozmaite, tom drugi. Wilno. 1818.

Astronomia] napisana przez Pr. Steczkowskiego. Kraków. 1861.

Die Wunder der Sternenwelt von Dr. Otto Ule. Lipsk. 1860.

Causeries astronomiques, dziełko bardzo pszystępnie napisane przez Pana Guillemin. Paryż. 1861.

Czy to są gawędy Apolinarego (*), czyli to jest nauka? zapyta niejeden z czytelników, otworzywszy tę małą książeczkę.

Jedno i drugie, wszakże i w gawędach była nauka, będzie też i w téj astronomii, w sposób dostępny napisanéj.

Od czasu do czasu słyszymy o jakiéjś nowéj teoryi astronomicznej, mniéj lub więcéj śmiałéj, a pod pozorem poprawy nauki sprowadzają ją astronomowie do przy-

(*) *Apolinary Zagórski* napisał *Kosmologię i Gawędy Naukowe*, zamieszczane w Gazecie Warszawskiéj, które po jego śmierci oddzielnie w dwóch tomach wydane zostały.

puszczeń piérwszych wieków, dodając tym sposobem jeden więcéj rozdział błędów i przesądów.

Drudzy, niby uczeni, budując systemata i wyprzedzając spostrzeżenia, chcą zamknąć te systemata w jednéj formule.

Wątły jest charakter tych naprędce nabywanych wiadomości, czyli tych dwóch prądów przypuszczeń, stojących nie na opoce, ale na ruchliwym piasku.

Uprzedzamy, że się przypuszczenia w téj książeczce nie znajdują: ponieważ nie zamierzamy wprowadzać błędów do téj nauki ale pragniemy tylko zapoznać was z nią, a przez to rozszérzyć sferę waszéj wiedzy.

Astronomia nie jest nauką skończoną; dowodem tego są planetoidy i świeżo po odkrywane komety. Samego nawet świata słonecznego dokładnie nie znamy, po-

nieważ domysłowo tylko znamy fizyczną budowę słońca, planet i księżyców; a tém bardziéj nie znamy budowy innych światów, unoszących się w bezdennéj przestrzeni niebios.

Jakąkolwiek jest ta nauka, to pewna że ona ma jakąś pociągającą siłę i uderzający naszą wyobraźnię powab.

Niechaj się *astronomowie* z powołania nauce téj oddają; my tu tylko przedstawimy panoramę świata powszechnego.

To co powiémy, będą to skromne pogadanki o zjawiskach codziennie się pojawiających, a książeczka ta nie jest początkowym kursem Kosmografii, a tém bardziéj wyższym traktatem Astronomii. Jéj celem głównym jest zapoznanie czytelnika z tą szczytną nauką, z tą królową nauk.

Wyznajmy nakoniec, że my mało co z téj nauki wiémy i dla tego téż ciekawie słuchamy, kiedy o niéj rozprawiają.

Cóż nam przewodniczyć będzie w téj panoramie? Oto postrzeżenia, wypadki rachunkowe przez astronomów podane, i dokładne narzędzia, służące do oznaczenia położeń ciał niebieskich.

POGADANKI ASTRONOMICZNE.

Pogadanka I.

Zatrudnienie astronoma i użytek Astronomii.

Na co się przyda Astronomia, zapyta nie jeden z czytelników, a jednak kiedy w towarzystwie jakiém o tej nauce rozmawiają, to uważnie słuchamy, chcąc się dowiedzieć, co téż to jest zatrudnieniem, astronoma? W rzeczy samėj dowiadujemy, że astronoma zajmuje dostrzeganie gwiazd, oznaczenie ich wzajemnego położenia, zbadanie całego układu słonecznego, ustanowienie porządku pomiędzy ciałami niebieskiemi do niego należącem, śle-

dzenie ich biegów, wykrycie siły powszéchnego ciążenia i jéj praw działania.

Ażeby opisanie to prac astronomicznych było zrozumianém, powiedzmy:

Że *ciałami niebieskiemi* zowią się ciała znajdujące się w téj bezdennéj przestrzeni, którą zowiemy *niebem;* do nich należy i nasz *układ słoneczny*.

Że *świat* nasz *słoneczny* składają *słońce*, jako ognisko całego układu, ośm *planet* większych, z których Merkury i Wenus są bliższe, a Mars, Jowisz, Saturn, Uranus i Neptun są dalsze od słońca, aniżeli ziemia; sto jeden *planetoid*, krążących pomiędzy Marsem i Jowiszem; i dwadzieścia dwa księżyców, z których jeden należy do ziemi, cztéry do Jowisza, ośm do Saturna, ośm do Urana i jeden do Neptuna; dziesięć *komet* peryodycznych i dwieście przeszło takich, których bieg oznaczono.

Że oprócz tych ciał, niebo pokryte jest niezliczoném mnóstwem gwiazd, które są *stałe, zmienne, nowe podwójne, potrójne i wielokrotne, kolorowe*, i takie które są *kupkami gwiazd*,

obłoczkami, gwiazdami mglistemi, podobnemi do naszéj *drogi mlecznéj*. Pomimo to, powtórzy nie jeden z czytelników, „*na co się to wszystko przyda?*" pewno dla zaspokojenia ciekawości.

Lunety, teleskopy, to rozumiem, że są do czegoś użyteczne, ponieważ, patrząc przez nie na świat Jowiszowy, pierścienie Saturna przypatrujemy się tak, jak gdybyśmy się na nie zbliska patrzyli; ale na co te tak kosztowne obserwatorya i narzędzia, te mozolne rachunki. te wzory matematyczne? — oto zapewne dla tego, ażeby się astronomowie pierwszymi bawili, a nad ostatniemi głowę sobie łamali.

Nie, Astronomia, ta królowa nauk, ma korzyści duchowe i materyalne. O ileż to nie upokorzyło człowieka, kiedy Kopernik Polak ku schyłkowi pierwszéj połowy szesnastego wieku, wyrzekł, że nie ziemia, ale słońce jest ogniskiem, w około którego krążą planety, księżyce i komety, i że ziemia uważana dotąd za ognisko światła słonecznego, jest planetą z porządku trzecią, bryłą małą, proszkiem w porównaniu z słońcem, lub inną jaką

gwiazdą. Takież to uczucia nie wzbudzają w nas te ogromne światy, te pochodnie i ich bilionowe i milionowe odległości? Człowiek natenczas powiedział sobie: nie jestem Panem światów, Bóg zawiesił te ciała w przestrzeni niebios i przeznaczył im ten sam cel, jak ziemi, temu naszemu doczesnemu mieszkaniu.

Czyż to nie są materyalne korzyści, kiedy żeglarz z swym zegarem, kątomierzem, kompasem i kalendarzem, żegluje bezpiecznie po morzu; kiedy wiąże dwa z sobą światy, stary i nowy; kiedy astronom wymierza czas, kreśli kompasy, układa kalendarze, mierzy kraje, rysuje mappy i t. d.

Te to są użytki téj nauki, która, dawniéj dla niektórych tylko przystępna, stała się nią teraz dla każdego oświeconego.

Wierzajcie mi, że każdy umysł, tak mężczyzn jak i kobiet jest zdolnym do pojęcia wyższych prawd w dziedzinie nauk przyrodzonych. Historya téj nauki świadczy o tém, przytaczając uczone kapłanki Uranii, które tu wymieniamy; *Hipacya*, żyjąca

na początku V wieku; *Kunicowa*, żyjąca w połowie XVII wieku, żona szląskiego lekarza Eliasza a Löwen; *Eimart*, żona sławnego Müllera astronoma; Joanna *Dumée*; żona *Heweliusza*; siostry *Manfredi*; trzy siostry *Kirchowne*; żona *Kircha*, z domu *Winkelmann*; *Emilia du Châtelet*; Księżna *Puzynina*; Pani *Lepaute*; Angielka *Edwards*; Pani *Piery*; Karolina *Herszel*; Pani *Lalande*; uczona *Sommerville*; Amerykanka *Bouvier*; Panna *Ulliac Tremadeure* i t. d.

Nie jedna z kobiet zajmuje się poznawaniem przyrody i śledzi ją ciekawém i badawczém okiem; a tém samém nie jedna z nich zwiększy ten szereg zwolenniczek astronomii.

Pogadanka 2.

Słońce nasze jest gwiazdą, należącą do drogi mléczn̈éj. Jego bieg postępowy. Ciała niebieskie pozornie tylko spoczywają. W przyrodzie wszystko się porusza.

Przebieżmy teraz szybkim lotem błyskawicy tę część świata powszechnego, któréj oko nasze gołe, lub uzbrojone dosięga; a poznamy, jakie położenie w przestrzeni zajmuje nasza ziemia, do jakiego ona układu należy; poznajmy jéj obrót dzienny i bieg roczny, tudzież wymiary świata słonecznego dla nas widzialnego.

Gdzie jesteśmy?—dokąd dążymy?

Znacie zapewne, ciekawi czytelnicy, tę świetną drogę Ś. Jakuba, którą astronomowie zowią *drogą mléczną*. To opasujące nas szerokie koło rozdziela się na dwie odnogi, prawie w połowie swojéj długości. Pas ten jest

zbiorem milionów słońc, podobnych do naszego, tak co do wielkości, jak i co do światła. Droga mleczna tworzy pierscień, składający się z gwiazd różnego tła i jasności. Blizko jego brzegu znajduje się nasze słońce z swoim orszakiem planet, księżyców i komet.

Wyobraźmy sobie, żeśmy się oddalili od środka tego pierścienia, w kierunku prostopadłym do jego płaszczyzny, tak daleko że ten wydałby się nam jak obłoczek; to natenczas ujrzelibyśmy go przez silną lunetę rozdzielonym na bardzo małe gwiazdeczki. W środku tego obłoczka dostrzeglibysmy gwiazdę średniéj wielkości, i ta byłaby naszém słońcem, któremu towarzyszące planety, księżyce i komety nie byłyby z powodu znacznéj odległości dla nas widzialnemi. Obłoczek ten nie byłby utworem wyobraźni, ale byłby on skutkiem bardzo małych odległości tych gwiazdeczek pomiędzy sobą, i byłby on wypadkiem pochodzącym z zagłębienia się w przestrzeń nieba; ponieważ astronom dochodzi jego głębokości tak, jak sternik, zapuszczając swoją ołowiankę w głębie oceanu.

Jak na drodze mlécznéj tak i na innych miejscach nieba widziémy uzbrojoném okiem mnóstwo gwiazd pozornie do siebie zbliżonych; z pomiędzy tych jedne są pojedyncze, drugie podwójne i takie, że albo gwiazdeczka mniejsza opisuje drogę owalną (ellipsę) około większéj; albo jedna znajduje się za drugą tak daleko, że pomiędzy niémi nie masz żadnego związku fizycznego. Gwiazdy takie, jak ostatnie zowią się gwiazdami podwójnemi *optycznemi*, a takie jak piérwsze *fizycznemi*. Gwiazdy podwójne znajdują się nie tylko w obłoczkach, ale i na innych miéjscach nieba, jak to naprzykład ma miéjsce dla *gwiazdy biegunowéj*, która jest podwójną.

Rzecz godna uwagi, że słońca te podwójne, odbywają swoje biegi na mocy tych samych praw co planety, księżyce i komety; na mocy tych to praw oznaczyli astronomowie dla znacznéj liczby tych gwiazd czas całkowitego obiegu, i tak: gwiazda trzeciéj wielkości w konstellacyi *Herkulesa*, która się zowie *Ceta*, obiega gwiazdę większą blizko w $31\frac{1}{2}$ latach.

A zatém gwiazdy, które mieliśmy za stałe, mają swoje ruchy powolne; a nawet i słońce nasze ze swoim orszakiem planet i komet dąży do pewnego punktu leżącego pomiędzy gwiazdami *epsylon* i *pi* konstellacyi *Herkulesa*. Słońce znowu i inne światy, oraz wszystkie gwiazdy krążą w około *Alcyony*, gwiazdy w konstellacyi *Plejad*.

Oto krótka odpowiedź na zapytanie: dokąd dążymy?

Otwórzmy teraz księgę praw przyrody, a przekonamy się, że człowiek, polegając na świadectwie zmysłów, wszystko odnosił do siebie i do ziemi, błądząc w tém, że uważał siebie i ziemię za środek całego świata: tak to ta ziemia ogromna, mniemane ognisko świata słonecznego, stała się w wieku szesnastym proszkiem piasku w porównaniu ze słońcem, lub z każdą inną gwiazdą.

Jest to złudzenie, kiedy prawdziwy dzienny obrót ziemi, przypisujemy niebu. Nauka prostuje ten nasz błąd i pokazuje, że ziemia obrotem swoim sprawia pozorny ruch całego nieba w kierunku przeciwnym; i że, jak zie-

mia, tak i świat słoneczny i te gwiazdy stałe są w rzeczywistym ruchu.

W przyrodzie wszystko się porusza, a nic nie spoczywa; i tak na ziemi dostrzegamy ruchy obrotowe i przenośne. Każde ciało niebieskie obraca się około swojéj osi, krąży około swojego słońca, a ostatnie unosi pewna siła w dalsze okolice nieba.

Kogóż to wszystko nie zadziwi? Któż nie zwróci na to swojéj uwagi, że umiejętność ta oprócz materyalnego pożytku, posiada i użytek duchowy; jest to szkoła metodyczna, w któréj ostrzy się i hartuje rozum na korzyść postępu ludzkiego, który rozszérza pole naszych pojęć, wskazuje myśli jéj właściwe znaczenie i rozprasza widma przesądu.

Pogadanka 3.

Słońca i gwiazdy mgliste. Światy, które się tworzą, zmiéniają i z oczu giną. Wyobrażenie o ciągłém stwarzaniu.

Kiedy Fontenelle w swojém piękném dziełku, pod nazwą: *O wielości światów*, które Eustachy Dębicki, pijar, w r. 1765 spolszczył, podał tę śmiałą myśl, że i inne światy są zamieszkane, że na nich znajdują się istoty rozumne i instynktowe, zwierzęta, rośliny i minerały, ale te zgodne z naturą swojego świata, natenczas Margrabini wyrzekła: „Przypuszczenie twoje jest zupełnie nowém, ponieważ obala wszystkie dawniéjsze pomysły. Czyż podanie nie nauczało naszych przodków, że ziemia jest tylko zamieszkaną; że wszystko dla niéj Bóg stworzył; że słońce, księżyc, gwiazdy świécą na niebie, ażeby nam dnie i noce oświécały; że słońce rozgrzéwa naszą

ziemię, ażeby istoty organiczne powstawały, rosły i dojrzewały.“

Fontenelle w swoim czasie był czytany; zajmowano się nim, ale z postępem nauki zeszedł z pola, chociaż i teraz z zajęciem czytać go można.

Słońce zdaje się być uosobieniem ciepła i światła, i dla tego starożytne ludy cześć boską mu oddawały. Słońce nie jest ciałem jedyném; miliony milionów podobnych jemu gwiazd zdobią niebo. Podróżujmy zatém i udajmy się w przestrzeń, powitajmy słońce, które się różni od planet i księżyców tém, że własném światłem świéci, kiedy tymczasem nadobna Wenus, inne planety i księżyce, będąc od słońca oświécone, odbite nam tylko przesyłają światło. Gwiazdy równie własném, a nie od słońca pożyczoném, światłem błyszczą. Ale pomiedzy temi słoncami, co za rozmaitość? jedne są koloru białego, błękitnego, granatowego, drugie różowego, czerwonego i zielonkowatego. Kolory te nie są to złudzenia, ale to są prawdziwe kolory ich promieni świetnych i tak gwiazda drugiéj

wielkości na nodze Andromedy jest gwiazdą podwójną: jedna z nich świeci pięknym pomarańczowym kolorem, druga czystym zielonym. Niektóre wielokrotne gwiazdy, ułożone w grupy, tworzą oddzielne układy i przesyłają do naszego oka wszystkie kolory tęczy. Pomiędzy témi barwami panuje kolor biały i błękitny. Z resztą rzadko dwie gwiazdy, podwójną gwiazdę składające, są jednakowego koloru.

Uważajmy, że słońca te mają swoje własne biegi i okrążają drugie w tysiącach lat; a ztąd i słońce nasze nie jest nieruchomém, ale razem z innémi robi obroty i obiega Alcyonę, oddaloną od nas o 953 bilionów mil, w $27^1/_2$ milionach lat.

Niektóre gwiazdy zmieniają swój kolor i swój blask; są i takie, które się nagle zjawiają, a potém giną, te ostatnie zowią się *nowémi*, a piérwsze *zmiennémi*. Gwiazdę nową spostrzegł Tycho Brahe, która w r. 1572 jaśniała jak Syryusz lub Jowisz, a nawet jak Wenus, gwiazda ta, świécąc przez dwa lata kolorem białym, stała się czerwoną, później

żółtą, i odzyskawszy swoją początkową barwę, znikła i dotąd widzianą nie była. Przez siedmnaście miesięcy nie zmieniała ona swojego położenia na niebie.

Inne znowu gwiazdy są zmienne, to jest, podlegają peryodycznéj zmianie światła, a do takich to należy gwiazda *Dziwna* w Wielorybie, która w 332 blizko dniach przechodzi od drugiéj do szóstéj wielkości i znowu napowrót coraz mocniéj błyszczy.

Jakże teraz wytłumaczyć tę peryodyczność natężenia światła? zdaje się, że gwiazdy takie, obracając się w około swoich osi, pokazują nam różne części swoich powierzchni, rozmaite co do koloru i co do blasku.

Powróćmy znowu do naszych słońc.

Pomiędzy gwiazdami podwójnemi panują kolory zielony i błękitny. Rzucono pytanie, czy gwiazdy błękitne nie są to gwiazdy zmniejszające się, a nakoniec niknące.

Obłoczki i gwiazdy mgliste są to mnóstwa drobnych gwiazdeczek, są to drogi mléczne oddalone od nas bardzo znacznie; kształt ich jest różny, najczęściéj kulisty; gwiazdy ta-

kie mają w swoim środku gwiazdę większą, jakby jądro, a ta otoczona jest milionami gwiazdeczek.

Pewną jest rzeczą, że siła powszechnego ciężenia działa tu podobnie, jak na planety i księżyce, t. j. rządzi biegami tych obłoczków. Tu to gromadzi się światło różnego koloru i blasku, i dla tego powiedzieć można, że gwiazdy czyli słońca tworzą się, rozwijają i giną.

Carus sławny fizyolog powiedział: „Przyrodą jest to wszystko co rośnie, ciągle się rozwija, żyje i przez ciągłą zmianę różnego kształtu i wewnętrznego ruchu nabiéra.“

Humboldt w swoim Kosmosie wyrzekł: „O akcie stworzenia, o początku wszech rzeczy, o przejściu z nicości do bytu, nie może nam dać wyobrażenia ani doświadczenie, ani rozumowanie.“

Jest to wszystko wieczną zaporą dla ciekawości naszéj; poprzestać zatém musiémy na tém co wiémy, a co jest tylko cząstką tego, czego nie wiémy.

Pogadanka 4

Niebo przedstawia historyę gwiazd. Prędkość światła. Wyobrażenie wieczności świata.

Powróćmy na ziemię i z niej rozważajmy tę nieskończoną kulę nieba, która jest granicą naszego wzroku; w niéj odbywają swój bieg wszystkie słońca i krążące około nich planety, księżyce i komety.

Pragniemy w téj pogadance zwrócić uwagę czytelników na te prawdy, które są wypływem bezdenności przestrzeni; pragniemy zapoznać ich z światem powszechnym widzialnym.

Ogarnijcie jednym rzutem oka sklepienie nieba. Po chwili dojdą do oka waszego promienie światła, z wielkiej odległości przybywające. Tu przedstawi się wam obraz tarczy Jowisza i otaczające go cztéry księżyce; tam Saturn z swojémi pierścieniami; gdzie in-

dziéj znowu mglista gwiazda Herkulesa; nakoniec Syryusz i inne gwiazdy pojedyncze lub wielokrotne. Otóż te wszystkie ciała niebieskie nie przesłały nam równocześnie swoich promieni świetnych, ale w rozmaitych epokach, poprzedzających ich dostrzeżenia okiem naszem.

Tę myśl objaśni nam następujący przykład:

W roku 1675 Roemer, astronom duński wyznaczył prędkość światła z znacznéj liczby dostrzeżeń zaćmień pierwszego księżyca Jowiszowego, i doszedł, że swiatło potrzebuje przeszło 8 minut czasu do przebieżenia średniéj odległości ziemi od słońca; a najnowsze dostrzeżenia i rachunki, wykonane przez W. Struvego przekonały, że światło na przebieżenie téj odległości potrzebuje 8 minut 17,8 sekund; a że ta odległość wynosi mało co więcéj jak 20.682,000 mil geograficznych, więc światło przebiega w jednéj sekundzie przeszło 41,500 takich mil.

W celu wyjaśnienia tego, użyjemy porównania i za zasadę naszego rozumowania we-

źmiemy głos, którego prędkość, wynosząca 1150 stóp polskich na sekundę, jest blizko 930,000 razy mniéjszą od prędkości świątła.

Ustawmy teraz armatę na wyniesieniu i dziesięciu dostrzegaczy, mających zegarki sekundowe z sobą zgodne, tak ażeby pierwszy stał w odległości 1150 stóp od armaty, drugi o 2300,.... a dziesiąty o 11,500 stóp, i niech każdy z nich notuje w czasie wystrzału godzinę, minutę i sekundę dostrzeżenia błysku, i podobnie dojścia do niego głosu; natenczas każdy ujrzy jednocześnie błysk, a głos usłyszy każdy dalszy o jedną sekundę późniéj, jak poprzedzający; tak że jeżeli, strzał nastąpił o dziewiątéj wieczór, to piérwszy usłyszy o dziewiątéj godzinie i jednéj sekundzie; drugi o dziewiątéj i dwie sekundy,.... a ostatni o dziewiątéj i dziesięć sekund.

Z kądże pochodzi ta różnica? oto ztąd, że głos nie przebiega tych samych odległości dla dojścia do każdego z dostrzegaczy; ale przebiega do piérwszego 1150 stóp, do drugiego dwa razy,... do dziesiątego dziesięć razy większą odległość; a témsamém pierwszy słyszy

wystrzał o jednę, drugi o dwie,... ostatni zas o dziesięć sekund późniéj od chwili tego wystrzału.

Zmieńmy teraz to doświadczenie w tém, że jeden jest tylko dostrzegacz, i że ten oddala się od armaty o 1150 stóp, o odległość dwa, trzy i t. d. dziesięć razy większą, zatrzymując się w tych odległościach; a wtenczas, jeżeli co dziesięć minut strzały dawać będziemy, to dostrzegacz ten usłyszy piérwszy wystrzał o jednę sekundę, drugi o dwie, i t. d. ostatni o dziesięć sekund późniéj od chwil wystrzałów; czyli innemi słowy, kiedy wystrzały następują po sobie w równych przedziałów czasu, to jest co dziesięć minut, to głos dochodzi do dostrzegacza w przedziałach czasu nierównych i różniących się o jednę sekundę.

Zastosujmy to do odkrycia Roemera, i uważajmy, że dostrzegaczem tym była dla niego ziemia, krążąca po swojéj drodze, któréj średnica 41,364.000 mil przeszło wynosi.

Jeżeli teraz z téj ziemi dostrzegać będziemy zaćmienia księżyców Jowisza, z kolei po-

sobie następujące, natenczas przedziały czasu pomiędzy témi zaćmieniami, pierwszego naprzykład księżyca, otrzymamy różne od tych jakie daje rachunek, na mocy znanych biegów ziemi, Jowisza i jego księżyca. Przyczyną tych nierównych przedziałów dostrzeganego czasu jest, że światło nie rozchodzi się do jakiéjkolwiek odległości w okamgnieniu, ale rozchodzi się z prędkością skończoną, oznaczyć się dającą.

Roemer dostrzegł, że kiedy się ziemia od Jowisza oddala, to natenczas kolejne zaćmienia pierwszego jego księżyca opóźniają się; a kiedy się ziemia przybliża do Jowisza, to zaćmienia te przypadają wcześniéj od wyrachowanych. Struve oznaczył że spóźnianie się to i przyspieszanie wynosi 16 minut 35,6 sekund, kiedy odległość pomiędzy dwoma położeniami ziemi równa się średnicy jéj drogi, 41,364,000 przeszło mil wynoszącéj.

Można także wyznaczyć prędkość światła za pomocą dowcipnego przyrządu fizycznego, którego główną częścią jest szybko obracające się zwierciadełko. Sposobu tego użyli pa-

nowie Fizeau i Foucault; ostatni doszedł przy pomocy takiego przyrządu, że prędkość światła wynosi tylko 40230 mil geograficznych; a ztąd wynika, że średnica drogi ziemskiéj wynosi mało co mniéj jak 40053000 takich mil. Wypadek ten potrzebuje jednak sprawdzenia.

Kiedy zatém światło niedochodzi do oka naszego w okamgnieniu, to téż nie widziémy nieba tak, jak jest, ale tak, jak w różnych epokach było; i gdyby jaka gwiazda zgasła na niebie, to byśmy ją widzieli jeszcze przez tyle lat, ile światło potrzebuje do dojścia od niéj do naszego oka.

Słusznie zatém Arago powiedział:

„Widok nieba w każdéj chwili opowiada nam historyę gwiazd.“

A na innem miéjscu:

„Nie widziémy nieba tak, jak jest, ale tak, jak w różnych epokach było.“

A cóż uwiecznia świat? światło, ponieważ promień dochodzący nas wyszedł zapewne przed wiekami i świadczy, że świat trwał, trwa i trwać będzie na wieki.

Pogadanka 5.

Swiat powszechny widzialny.

Ileż to w tym prędkim przebiegu światów znajduje się pytań ciekawych i ważnych,

W tej chwili, kiedy śledzimy drogę mleczną. w tejże chwili pytamy się, czy i świat nasz słoneczny do miryadów jej gwiazd nie należy; i wrzeczy samej gwiazdy te ułożone są w kształcie soczewy, wewnątrz której, nieco z boku, znajduje się świat nasz słoneczny.

Uważano, że najuboższe okolice nieba w gwiazdy świetne, bogate są w obłoczki i mgławki. Jestto zgodne z przypuszczeniem Herszla i jego zwolennika Arago, którzy uważają, że te obłoczki i mgławki pociągnęły za sobą i pochłonęły inne gwiazdy.

Pomiędzy gromadami gwiazd znajduje się wiele tak ułożonych, że niewiadomo, czy

przypisać należy to nagromadzenie ślepemu przypadkowi, czyli też uważać tylko za wypadek perspektywy. Sławna kupka gwiazd w Plejadach, w liczbie sześciu lub siedmiu, gołem okiem widzialnych, powiększa się do siedemdziesięciu i więcéj lunetą średniéj nawet mocy dostrzeganych; podobną jest kupka gwiazd w konstellacyi Raka i Hyady w Byku Są to gromadki, które ulegają prawom niezmiennym i wiecznym.

Niebo gwiazdziste pełne jest podobnych gromadek, ale opisywać je po szczególe, nie jest naszym zamiarem.

Chcemy wam, czytelnicy, przedstawić świat powszechny widzialny i do tego przystępujemy.

Kiedy turysta zwiedza okolicę górzystą, poprzerzynaną dolinami, pokrytą lasami i chce mieć dokładne wyobrażenie o jéj kształcie, to natenczas karta topograficzna téj okolicy jest jemu bardzo pomocną, ponieważ ta przedstawia mu nie tylko jéj narys poziomy, ale za pomocą cieni pokazuje mu wyniesienia gór,

zagłębienia dolin i rozległość wyżyn. Cóż to jednak za oschłość jest w téj mappie, co za brak obrazów malowniczych; i dla tego przenosi się turysta ten na najwyższy szczyt téj okolicy, dla otrzymania jéj perspektywy ptasiéj, a i tu złudzeń unikać powinien, które mu perspektywa ta nastręczyć może. Znany nakoniec jest sposób, jeżeli ten tylko użyty być może, wzniesienia się balonem, i zdjęcia téj okolicy w takiéj perspektywie. Z takiéj wysokości, z zawieszonéj łodzi, rutynista zdéjmuje wszystkie szczegóły i jéj ogół tak, że się nic z jéj piękności nie utraca.

Oto są pomoce do poznania widoku świata: najprzód mappy nieba, powtóre globy, kule obręczowe czyli armillarne, które służą do obeznania się z gwiazdami, do różnych gromad należącémi. Ziemia sama, tyle dogodna do postrzegań służy za podstawę do uważania wspaniałych konstellacyj dwóch Niedzwiedzi, Oryona, Psa wielkiego, Krzyża południowego i t. d. Gromady te są ozdobą sklepienia nieba północnego i południowego. Ale kiedy ziemia ta, stanowisko naszych dostrzeżeń, jest

ruchomą i opisuje w ciągu roku owal (ellipsę) w około słońca, którego oś wielka przeszło 41 milionów mil wynosi, natenczas punkta stałe, do których my odnosimy położenie gwiazd, są także ruchome; a ztąd różne poprawy do rachunku tych położeń wprowadzić należy, chcąc je otrzymać prawdziwe [1]).

Przenieśmy się teraz poza granice świata słonecznego. Piérwsza, jaka się tu myśl nastręcza, jest ta, że miary jakiémi są: mila, promień ziemski, średnia odległość ziemi od słońca, są drobnémi, a tém samém niedostatecznémi jednościami do wyrażania odległości słońca od słońca, lub gwiazd od ziemi naszéj, a ztąd téż przez czas, którego swiatło do przebieżenia całéj drogi od gwiazdy do nas potrzebuje, wyrażają astronomowie takie odległości.

Z gwiazd, których odległości są dobrze znane, najbliższa nas jest główna gwiazda *Centaura*, od niéj światło dochodzi do oka

[1]) Zobacz dodatek piąty.

naszego w 3,622 latach. Od gwiazdy *biegunowéj* światło takie dochodzi w 31,136 latach. Od najdalszéj zaś ze znanych, którą jest *Koźle,* dochodzi światło dopiero w 71,744 latach.

Jakież to są niezmierne odległości, kiedy światło w jednéj sekundzie przebiega przeszło 41,500 mil.

Im bardziéj oddalalibyśmy się w téj bezdennéj przestrzeni, tém bardziéj pomniejszałaby się ziemia dla oka naszego, ażby nakoniec znikła. Podobnie słońce, swiecąc coraz słabszém światłem, widzielibyśmy jak gwiazdę pierwszéj, drugiéj i t. d. wielkości, a nakoniec zmieszałoby się z tém bladawém drog mlécznéj światłem.

Wczasie przejścia do téj odległości napotykalibyśmy mnóstwo słońc, otoczonych swojemi planetami, księżycami i kometami; widzielibyśmy obłoczki i różne mgławki koliste, obrączkowe, w zwoje zwinęte czyli spiralne i t. d.

Te wszystkie ciała, posłuszne odwiecznym prawom materyi i w największym porządku

w nieskończoną przestrzeń rzucone, świadczą, że wszędzie panuje życie, objawiające się w rozmaity bardzo sposób.

Ostatnie jeszcze rozbierzmy pytanie: czy przestrzeń jest próżną, czy też jakim płynem napełnioną? Rozwiązanie tego zajmowało filozofów od wieków i różne przypuszczenia co do tego podawano. Dopiéro *Enke*, rachując kometę Ponsa, nazwaną później Enkiego, doszedł, że przestrzeń wypełnia *eter*, materya nadzwyczaj rzadka.

Kończymy tę pogadankę temi słowy: „Rodzić się, żyć i umiérać jest nieodzowném przeznaczeniem każdéj istoty: grób jednéj jest równocześnie kolébką drugiéj.“

Pogadanka 6

Słońce, Planety, Księżyce i Komety.

Czy jest rzeczą dostateczną podać ogólne tylko zarysy astronomii? czy nie należy dokładnie poznać prawa, którym ciała niebieskie są posłuszne? Tak jest, potrzeba te prawa poznać i skutki ich należycie ocenić.

Wypadki tu są wielkie, badania nieba obszerne, a niezliczona liczba gwiazd nie tak łatwo da się wyśledzić, nie tylko co do zewnętrznéj, ale i co do wewnętrznéj swojéj przyrody.

Swiat powszechny jest nagromadzeniem miryadów słońc, czyli gwiazd, obłoczków i mgławek, a ruch tych mass jest wypadkiem prawa przyrody, które tak brzmi: „*Ciała przyciągają się w stosunku prostym swoich mass i odwrotnym kwadratów ze swoich odległości.*“

Lecz któreż to są słońca? jaka jest ich budowa? jakie prawa niémi rządzą? czy im i inne ciała towarzyszą? Oto pytania, na które nauka astronomii odpowiada. Uczeni zajmują się niémi od wieków, a lubo dotąd nie wszystkie zostały rozwiązane, jednak to co wiémy, znacznie naukę tę posunęło.

Doszli astronomowie wielu praw, podług których ciała niebieskie swoje obroty i obiegi odbywają, i tym sposobem dopięli po większéj części celu swoich badań.

Najmocniéjsze lunety pokazują nam gwiazdy, jako punkta matematyczne, które nawet najcieńsza nitka pajęczyny, osadzona w mikrometrze [1]) szkła ocznego, zakrywa. O naturze tych gwiazd nie wiele wiémy, ale świa-

---

[1]) Mikrometr jest to narzędzie złożone z dwóch nitek pajęczych, jednéj stałéj a drugiéj ruchoméj przy pomocy śrubki mikrometrycznéj, to jest o bardzo drobnym gwincie. Liczba całkowitych obrotów téj śrubki i części jéj główki daje nam odległość kątową dwóch gwiazd, z których jedną zakrywa nitka stała, a drugą ruchoma.

tło ich mocne przekonywa, że świécą własném, a nie obcém światłem. Dodajmy do tego, co o ich kolorach, odległościach, obroi obiegach wiémy, a to będzie wszystko, cośmy dotąd o gwiazdach poznali.

Wiémy, że słońce jest gwiazdą i że świat słoneczny jest małą tylko cząstką świata powszechnego. Znamy nakoniec prawa i ich naturę o tyle, o ile poznać było można. Jeżeli nam tu wypadnie użyć niektórych wyrazów matematycznych, to ich znaczenie na swojém miejscu wskażemy; starać się jednak będziemy przemawiać do was językiem pospolitym.

Przypomnijmy sobie teraz, co składa świat słoneczny: *Słońce*, jako ognisko, *planety planetoidy, księżyce i komety.*

Starożytni liczyli siédm planet, ale w rzeczy saméj znali tylko pięć, szóstą u-nich, z porządku piérwszą, był księżyc, a siódmą, z porządku czwartą, słońce. Kopernik zrzucił ziemię z swojego tronu i osadził na nim słońce. Herszel odkrył poza Saturnem planetę, która się *Uranem* zowie. Galle w Berlinie podług wskazań Leverriego, odkrył ostatnią z gło-

wnych i dziś znanych planet, która się zowie *Neptunem*.

Znamy zatém ośm planet większych: *Merkurego*, planetę *Wenus*, *Ziemię*, *Marsa*, *Jowisza*, *Saturna*, *Urana i Neptuna*.

Oprócz tych odkryto w bieżącym wieku planetoid pomiędzy Marsem i Jowiszem sto.

Z księżyców jeden towarzyszy ziemi, cztéry Jowiszowi, ośm Saturnowi, ośm Uranowi i jeden Neptunowi; a zatém znamy księżyców dwadzieścia dwa.

O kometach oddzielnie mówić będziemy

Z pomiędzy gwiazd najbliższa nas jest słońce, ognisko świata słonecznego. Słońce przewyższa planety swoją objętością, massą, światłem, ciepłem, a może i magnetyzmem, tudzież elektrycznością, jest ono źródłem wszystkiego życia. Około niego w różnych odległościach krążą planety i planetoidy w porządku wyżéj podanym, księżyce krążą około swoich planet głównych, a z niémi razem w około słońca.

Słońce oddalone jest od ziemi o 20682000 przeszło mil geograficznych. Gdyby do nie

go poprowadzona była kolej żelazna, to szybkim pociągiem, uježdżając 7 mil na godzinę, potrzebowalibyśmy przeszło 337 lat.

Pomiędzy odległościami planet od słońca panuje prawo doświadczalne następujące:

Pisząc szereg liczb 0, 3, 6, 12, 24, 48, 96, 192, 334, i dodając 4 do każdego wyrazu, będzie 4, 7, 10, 16, 28, 52, 100, 196, 388; mnożąc każdy wyraz przez 2, otrzymamy przybliżone odległości planet od słońca w milionach mil; jest więc Merkury oddalony od słońca o 8 milionów mil, Wenus o 14 milionów i t. d.

Wielkość, czyli objętość planet idzie w tym porządku: Merkury jest 17 razy mniejszy od ziemi, Wenus prawie równa, Mars jest 7 razy mniéjszy, Jowisz 1491 razy większy, Saturn 772, Uranus 87 a Neptun 77 razy większy od ziemi. Księżyc jest 49 razy mniéjszy od ziemi.

Budujmy nakoniec model dla uzmysłowienia świata słonecznego na taką skalę, ażeby średnicę ziemi, wynoszącą 1719 mil, wyobrażała jedna stopa. Umieśćmy w dowolnym

punkcie ziemię t. j. kulę jednostopową i odmierzmy od jéj środka trzy wiorsty: w tém miejscu będzie *środek słońca,,* które wyobrażać będzie kula średnicy 12 stóp. Od środka tego słońca będzie *Merkury* o $1^1/_6$ wiorst oddalony i wyobrażony przez kulę $4^1/_2$ cala średnicy; z kolei kula średnicy $11^1/_5$ cala oddalona od słońca o $2^1/_6$ wiorsty, wyobrażać będzie planetę *Wenus*. *Ziemia* średnicy 12 cali, oddaloną będzie na modeln o 3 wiorsty od słońca. *Mars*, którego wyobraża kula średnicy $6^1/_5$ cala, oddalony będzie o $4^3/_5$ wiorsty. *Jowisz* średnicy $11^1/_6$ stopy oddalony będzie od słońca o $15^3/_5$ wiorst. *Saturn* średnicy $9^1/_2$ stopy znajdować się będzie na modelu w odległości $28^3/_5$ wiorsty od słońca. *Uran* średnicy $4^1/_3$ stopy oddalony będzie o $57^1/_2$ wiorsty; nakoniec *Neptun*, średnicy $4^1/_4$ stopy oddalony będzie od słońca o 90 wiorst. Księżyca średnica wynosić będzie $3^2/_7$ cala, a odległość od ziemi 30 stóp. Jeżeli zatém słońce jest w dworcu kolei żelaznéj Warszawsko-Wiedeńskiéj, to Merkury będzie przy rogatce, Wenus przy kolumnie żelaznéj, Ziemia

w połowie drogi do Włoch, Mars o dwie wiorsty dalej jak Ziemia, Jowisz w Pruszkowie, Saturn w Grodzisku, Uran pomiędzy Radziwiłowem i Skierniewicami, a nakoniec Neptun w Rogowie.

Taki model rzeczywiście wykonany, dałby nam stosunkowe wyobrażenie o wymiarach świata słonecznego.









KEPPLER.



TYCHO BRAHE.



GALLILEUSZ.

Pogadanka 7.

Układ słoneczny. Bieg postępowy i ruch obrotowy. Prawa Keplera.

Nim pogadankę tę rozpoczniémy, powinniśmy całą myśl naszą podać. Obawiamy się, ażeby czytelnicy przeczytawszy jéj tytuł nie porzucili książki: układy, obroty, biegi, prawa, są to wyrazy, którym w astronomii zwykle towarzyszą figury geometryczne, mniéj lub więcej zawiłe, formuły długie i nieprzystępne.

Bądźcie jednak pewni, że was témi hieroglifami nie poczęstujemy.

Wyliczyliśmy ciała, do świata słonecznego należące; podaliśmy ich przybliżone odległości od słońca i ich wielkości; teraz pragniémy, ażebyście powzięli dostateczne wyobrażenie o ich obrotach i biegach.

Jakże wzniosłe są fenomena siły powszechnego ciążenia, jakie proste są prawa biegów tych ciał, jak tu wszystko się równoważy, jaka tu trwałość wieczna; a przeszkody nawet, któreby powinny nieład zrządzić, świadczą o największym porządku.

Siła powszechnego ciążenia i siła odśrodkowa, któréj przykład daje nam błoto od koła wozu odrzucane, kamień z procy wyrzucony, kołowrotek garncarski, obręcz stalowa na osi osadzona i szybko obracana i t. d. Siły te są głównémi przyczynami obrotów i biegów postępowych, planet i księżyców, w przestrzeni wolno zawieszonych.

Wiécie to, że słonce z całym swoim orszakiem krąży po drodze nieznanéj, pod wpływem zapewne daleko większego słońca, kieruje się ku gwiazdzie w Herkulesie i obiega Alcyonę, to słonce środkowe, podane przez Mädlera, astronoma dorpackiego. W tym biegu, którego prędkość jest bardzo mała, zachowują planety to samo położenie względem słońca tak, że środek słonca dla nich za nieruchomy uważać możemy; około

niego przebiegają planety drogi elliptyczne, różne co do wielkości, a w których spólném ognisku znajduje się słońce.

Kopernik w dziele swojém „*o Obrotach ciał niebieskich*,“ drukowaném w Norymberdze w 1543 r., podał piérwszy, porządek, w jakim po sobie planety następują, i zgruchotał te kółka, toczące się po kołach, które bałamuciły rozum ludzki przez tyle wieków; przeniósł w tym układzie Arystotelo-Ptolomeuszowym ziemię do planet, a osadził słońce w jedném spólném ognisku. Rodowości jego nie wywalczą nigdy niemcy, a co do wykazania jego pochodzenia trzymać będą palmę zwycięztwa Sniadecki, Krzyżanowski, Rychter, Szulc, Bartoszewicz nad Westfalem, Petersem, Prowem, którzy go niemcem robią, kiedy on sam w Akademii Padewskiéj zapisał się w księgę Polaków. Dzięki Wachlerowi, rodowitemu niemcowi, który Kopernika w swojéj literaturze ogólnéj głosi Polakiem; dzięki francuzom i anglikom, którzy nigdy Kopernika nie zowią niemcem, ale mienią go Polakiem.

Kepler na zasadzie dostrzeżeń Tychona Brache podał trzy prawa biegu ciała, a Newton ujął je w jedno prawo.

Trzy narody: Polska, Niemcy i Anglia wydały geniusze, które stworzyły główną teoryę téj nauki. Dzięki Opatrzności, że i nasz rodak miał w tém wielkiém dziele swój udział. Wiek szesnasty i siedemnasty jaśnieć będzie na wieki, a Kopernika, Keplera i Newtona zdobić będzie korona zwycięztwa nad wszystkiémi innémi astronomami.

Niezmienne prawa biegu ciał niebieskich podał Kepler w 66 lat po układzie Kopernika, i te są następujące:

Drogi planet nie są to koła, ale ellipsy, w których spólném ognisku znajduje się słońce.

Powierzchnie wycinków, które promień wodzący opisuje, są proporcyonalne do czasów, na ich opisanie łożonych.

Kwadraty z czasów całkowitych obiegów są w stosunku sześcianów z osi wielkich.

Pierwsze prawo służy do wytłomaczenia różnych odległości planety od słońca i niejednostajności jéj biegu. Drugie służy do wy-

znaczenia na każdy czas położenia planety na jéj drodze. Trzecie zaś wykrywa odległość planety od słońca, skoro wiadome są: czas obiegu planety i taki czas obiegu ziemi, tudzież odległość ziemi od słońca.

Wypadek swojéj olbrzymiéj siedemnastoletniéj pracy zebrał Kepler w kilku wierszach; ale stanął za to obok Kopernika i unieśmiertelnił swoje imię.

Czy droga pozorna słońca jest kołem? czy słońce znajduje się w środku, czy poza środkiem tego koła? to wszystko zbadał Kepler i przekonał:

Że droga ta nie jest kołem, ale *ellipsą*.

Że *środek słońca* zajmuje spólne *ognisko* wszystkich *ellips*, po których *planety* krążą.

Że *ellipsy* te są *różnéj wielkości*, co od średniéj odległości planety od słońca zależy.

Że *ellipsy* te są *mało*, ale *różnie*, spłaszczone.

Gdy chcemy ellipsę nakreślić na papierze, to utkwijmy na nim dwa sztyfciki; przywiążmy do nich nitkę, dłuższą od odległości tych sztyfcików i w wyprężoną załamaną tak

nitkę włożywszy ołówek, obwódźmy tenże aż do jego powrotu na punkt początkowy, a wykréślimy *ellipsę*. Punkta, w które zostały wbite sztyfciki, zowią się *ogniskami*; linia łącząca ogniska i przedłużona aż do przecięcia się z obwodem ellipsy, jest jéj *osią wielką*; środek téj osi jest *środkiém ellipsy*; z niego wyprowadzona prostopadła i przedłużona aż do przecięcia się z obwodem, daje téjże ellipsy *oś małą*. Im mniéjsza jest różnica pomiędzy osią małą i wielką, tém bardziéj zbliża się ellipsa do koła. Linia łącząca punkt którykolwiek, na obwodzie ellipsy obrany, z ogniskiem, jest *promieniem wodzącym*. Dwa promienie wodzące, z jednego ogniska wychodzące i łuk końce ich łączący, zamykają *wycinek elliptyczny*. Otóż to są wszystkie wiadomości o ellipsie, do zrozumienia naszego wykładu potrzebne.

Kiedy w ognisku znajduje się słońce, a promienie wodzące, jak to oczywiście ma miejsce, są różnéj długości, to téż i tarczę słońca raz większą, drugi raz mniéjszą widziémy. Najmniéjszą jest tarcza, kiedy promień wo-

dzący jest najdłuższy; największą, kiedy ten promień jest najkrótszy.

Dwa te punkta, w których oś wielka przecina obwód ellipsy, a w których tarcza planety, uważana z środka słońca, wydaje się w jednym największa, w drugim zaś najmniéjsza, zowią się, piérwszy punktem *przysłonecznym* a drugi punktem *odsłonecznym*. A jeżeli uważamy księżyc krążący po swéj drodze na około ziemi, wtenczas punkt pierwszy zowie się *przyziemnym*, a drugi *odziemnym*.

Uważajmy teraz łuczki elliptyczne tak małe, że je za linie proste wziąść można; natenczas łatwo przekonamy się, że trójkąty zawarte pomiędzy każdemi dwoma promieniami wodzącemi i łuczkami do nich należącemi, są równe co do swoich powierzchni, jeżeli czasy im odpowiadające są równe; proporcyonalne zaś do tych czasów, jeżeli te są różne. I tę to prawdę zamyka w sobie drugie prawo Keplera.

Pozostaje nam jeszcze wyjaśnić trzecie jego prawo, które odnosi się do odległości i czasów całkowitych obiegów. Czasy te są:

Merkury obiega słońce w			88	dniach,
Wenus	„	„	225	„
Ziemia	„	„	365¼	„
Mars	„	„	1 r. 322	„
Jowisz	„	„	11 l. 315	„
Saturn	„	„	29 l. 197	„
Uran	„	„	84 l. 6	„
Neptun	„	„	164 l. 225	„

Księżyc obiega ziemię w 27 dniach 7 godzinach 43 minutach 12 sekundach.

Z obiegów tych wypadają średnie odległości od słońca w setkach wyrażone następujące:

Merkury	8,005,500	mil	geograficznych.
Wenus	14,960,100	„	„
Ziemia	20,672,300	„	„
Mars	31,699,500	„	„
Jowisz	107,605,400	„	„
Saturn	197,485,600	„	„
Uran	396,736,500	„	„
Neptun	621,169,100	„	„

Odległość księżyca od ziemi wynosi 51,800 m. ge.

Czas obrotu około osi tychże planet jest następujący:

Merkury	do zrobie. całego obro. potrzeb.		24 g.	5 m.	0 s.
Wenus	„	„ „	23 „	21 „	21 „
Ziemia	„	„ „	23 „	56 „	4 „
Mars	„	„ „	24 „	27 „	22 „
Jowisz	„	„ „	9 „	55 „	26 „
Saturn	„	„ „	10 „	29 „	17 „

Urana zaś i
Neptuna czas obrotu jest nieznany.

Księżyc potrzebuje 27 dni 7 g. 43 m. 12 s.

Pomnóżmy każdą liczbę oznaczającą obieg całkowity w dniach wyrażony przez siebie samą, natenczas otrzymamy kwadraty z czasów całkowitych obiegów.

Pomnożmy znowu średnie odległości przez siebie, natenczas otrzymamy ich kwadraty; te pomnożone przez te same średnie odległości, dają nam iloczyny będące sześcianami z średnich odległości.

Podług tego rozumiemy trzecie prawo Keplera, które jest następujące:

Kwadraty z czasów całkowitych obiegów są proporcyonalne do sześcianów z ich średnich odległości.

Czasy obiegu planet są, jak widziémy, związane z ich średniemi odległościami; a ponieważ te są niezmienne, więc téż i te czasy są stałe.

Dodajmy, że prawa te mają miejsce równie dla księżyców i dla komet. Te same prawa służą także i dla gwiazd, położonych za granicą świata słonecznego, to jest dla gwiazd podwójnych i wielokrotnych.

Pogadanka 8.

Układ słoneczny. Obrót dzienny nieba. Biegi pozorne i prawdziwe planet.

Kopernik i Kepler uwiecznili się przez odkrycie prawdziwego układu słonecznego; piérwszy pozorne biegi ciał niebieskich, uwolnił od epicyklów, t. j. kółek toczących się po kołach, których liczba za czasów Ptolomeusza doszła do siedmdziesięciu. Drugi ujął w prawa te wszystkie biegi i podał teoryę biegu planet, księżyców i komet. Gallileusz znowu i Newton streścili te prawa. Pierwszy podał i odkrył *prawa spadku ciał*, a drugi uogólniwszy je, odkrył *siłę powszechnego ciążenia*. Pozostało dopełnić tego dzieła, potrzebna była mechanika nieba, a tę wy-

prac wali: Clairaut, Dalambert, Euler, Lagranż, Plana, Laplace, i t. d. Do zrozumienia tego ostatniego mechaniki niebieskiéj ułatwili drogę: uczona Sommerville, Burhardt, Bowditch i Pontecoulant.

Dzieło to Laplasa oparte na stałych zasadach, obaliło dawne błędy i przesądy.

Czytelnicy przebaczą, jeżeli zatrzymamy się chwilę nad tą abstrakcyjną częścią astronomii. Jest to rzeczywiście przyjemna rzecz, kiedy się przebiega całe niebo. Łatwo wtenczas zwraca naszą uwagę gwiazda mglista, lub słońce jasnego koloru, albo kometa z warkoczem. Ale nie powinniśmy zapominać, że zjawiska te ciekawe i tyle rozmaite, są tylko materyałem nauki, są to martwe głoski, zapisane w księdze wieczności.

„Jeżeli ograniczymy się, mówi Laplace, na dostrzeżeniach samych zjawisk, natenczas nauka jest tylko bezpłodném słownictwem i nigdy na téj drodze nie dojdziemy do jéj ogólnych praw. Porównywając dopiéro te zjawiska z sobą, dochodząc ich stosunków, i zagłębiając się w nich wykrywamy prawa,

wiążące z sobą skutki najrozmaitsze. Wtenczas to przyroda, wychylając się z pod zasłony, wskazuje nam małą liczbę tych pierwotnych przyczyn, które zrodziły wszystkie zjawiska przez nas postrzeżone; wtenczas to możemy poznać zjawiska, które rozkwitają; a kiedy się przekonamy, że nic nie mięszą związku przyczyn z ich skutkami, natenczas przedstawia nam się szereg wypadków, które czas rozwija."

Wszystkie planety obiegają słońce w peryodach rosnących razem z swojémi od niego odległościami; wszystkie księżyce krążą podobnie w około swoich planet głównych, a razem z niémi około słońca. Równocześnie, kiedy odbywają te obiegi, obracają się tak planety jak i księżyce około swoich osi w tym samym kierunku, t. j. od prawéj ku lewéj ręce, czyli od zachodu na wschód.

Ziemia kończy ten swój obrót w 24 blizko godzinach, czyli w jednéj *dobie*, która się dzieli na *dzień* i *noc*. Obrót ten, który się zowie *dziennym*, jest przyczyną następstwa dni i nocy.

Słońce i inne ciała niebieskie obracają się także około swoich osi, ale o obrotach tych powiémy niżéj, zastanawiając się nad ich budową fizyczną. Tu uważajmy tylko, że wszystkie poznane dotąd obroty i obiegi wykonywają ciała niebieskie od zachodu na wschód.

Obroty te są zupełnie jednostajne, to jest, że ziemia i inne planety, obracając się około swoich osi, opisują w czasach jednakowych łuki równe; a oś obrotu ziemi i każdéj z nich postępuje, w czasie ich biegu rocznego równolegle zawsze do piérwszego swojego położenia.

Nakoniec zwróćmy uwagę na biegi pozorne planet wynikające ztąd, że na biegi te nie patrzymy z środka słońca, ale z powierzchni ziemi. Zawikłane te biegi opóźniały postęp astronomii, i od czasów dopiéro Kopernika biegi te tłomaczą się bardzo łatwo.

Planety ze względu na miéjsce, które ziemia w ich porządku zajmuje, dzielą się na *dolne* i *górne*, podług tego jak są bliższe lub dalsze od słońca niż ziemia. Do dolnych należą: Merkury i Wenus, do górnych zaś

Mars, planetoidy, Jowisz, Saturn, Uran i Neptun.

Przypomnijmy nadto, że czas rocznego obiegu ziemi jest dłuższy od obiegu planet dolnych; jest zaś krótszy od takich obiegów planet górnych; i że planety krążą na płaszczyznach mało do płaszczyzny drogi ziemskiéj pochylonych.

Oto jest widok świata słonecznego, uważanego z środka słońca, teraz zastanówmy się nad tém, jak się przedstawia tenże świat, uważany z środka ziemi. Słońce jest w spoczynku, ziemia w biegu, ztąd wielka różnica zachodzić musi pomiędzy biegiem planety, uważanéj z środka słońca, który się zowie *prawdziwym*, a biegiem planety uważanéj z środka ziemi, które się zowie *pozornym.*

Położenie zresztą planety odniesionéj do środka słońca, zowie się jéj położeniem *środosłoneczném*; a położenie planety odniesionéj do środka ziemi, jest jéj położeniem *środoziemném.*

Skierujmy teraz oko nasze na tę piękną świetną gwiazdę na niebie, na tę ulubioną

Wenus, którą starożytni za dwie oddzielne gwiazdy mieli, podług tego jak rano lub wieczór wschodziła i przyświecała; nazywali zaś ją gwiazdą poranną (*lucifer*) i gwiazdą wieczorną (*hesperus*). Spokojne takie światło, jak ma Wenus, ma i kilka innych gwiazd, i jest pierwszą cechą służącą do poznania, czy dostrzegana gwiazda jest planetą lub gwiazdą stałą. Każda nadto planeta ma pewien kolor: Wenus jest zielonkowata, Mars dziwnie pięknéj barwy czerwonéj, Jowisz jest srebrzysty, a Saturn blado-czerwonego koloru; jest to druga różnica planet od gwiazd. Nakoniec planety uważane przez lunetę, wydają się większe jak gołém okiem, pokazują swoje tarcze, gdy tymczasem gwiazdy widziémy gołém okiem większe, aniżeli przez lunetę: w lunecie wydają się jak pałeczki od szpilki, które włókno pajęczyny, osadzone w mikrometrze, zasłania. Trzy zatém, oprócz właściwego biegu, są rzeczy, któremi planeta odróżnia się od gwiazdy stałéj: światło spokojne, właściwy kolor i tarcza pokazująca się w lunecie.

Śledźmy teraz bieg planety, a poznamy łatwo, że ona wkrótce gwiazdy te opuszcza, z któremi na niebie jaśniała: poznamy nadto, dostrzegając ją od dnia do dnia, że bieży z prędkością niejednostajną, w pewnym czasie zatrzymuje się i stoi: że przez wzgląd na słońce, znajduje się już na jego wschodniéj, już na jego zachodniej stronie, ma bieg *kierunkowy*, tak jak słońce, lub *wsteczny* to jest temu wprost przeciwny. Jeżeli teraz położenie każdodzienne téj planety naznaczymy, to przekonamy się, że jéj droga nie jest linią ciągłą jak koło, ellipsa, ale jest linią węzłowatą, nie będącą w żadnym związku z gwiazdami, do którychbyśmy planetę tę odnosili. Porównywając znowu te drogi różnych planet poznamy zarazem, że dolne planety w ciągu jednego roku opisują łuki mniéjsze jak cały okrąg koła; górne zaś łuki większe od tego okręgu. Ta okoliczność była powodem, dla któréj starożytni ciała te niebieskie *planetami*, czyli gwiazdami błąkającemi się nazwali.

Pojawy te przekonywają, że planety nie są w związku z gwiazdami, ale odnieść je wypada do środka słońca; za tém przemawia i to spostrzeżenie, że pochyłości starożytnych planet nie przechodzą 8°, a tém samém drogi ich mieszczą się w pasie, którego krańce są równoległe do ekliptyki, i który zowie się *zodyakiem*, zwierzyńcem; na nim mieszczą się te znaki, które zowiemy *znakami zwierzyńcowémi*, a które znajdują się na czele miesięcy w każdym kalendarzu. Każdy znak ma 30°, a początek ich rachuby jest punkt porównania dnia z nocą wiosenny, ale ponieważ punkt ten znajdujacy się w konstellacyi Barana, odsunął się teraz o 27° od tego miejsca, w którem się znajdował za czasów Hipparcha; więc téż okazała się konieczna potrzeba rozróżnienia znaków zwierzyńcowych od konstellacyj z niémi tego samego nazwiska będących. Uważajmy zatém, że znaki są teraz prawie o 30° oddalone, a tém samém, że znakom zwierzyńcowym: Baran, Byk, Bliźnięta, Rak, Lew, Panna i t. d., odpowiadają konstellacye: Ryby, Baran, Byk, Bliźnięta, Rak, Lew i t. d.

Jeżeli teraz pracę sobie zadamy, i planetę przez kilka miesięcy dostrzegać będziemy, i jeżeli miéjsca jéj na karcie zrysujemy, wtenczas spostrzeżemy, że planeta ta raz się do słońca zbliża, drugi raz od niego oddala; że znajduje się raz na stronie wschodniéj, drugi raz na zachodniéj. A jeżeli pod uwagę weźmiémy bieg taki środoziemny Merkurego, albo planety Wenus, wtedy dólne te planety nie oddalają się znacznie od słońca, ale są zamknięte w stałych granicach tak, że oddaliwszy się o pewien łuk, wracają napowrót po tym samym łuku. Inne zaś planety nie są wprawdzie w takich granicach zawarte, ale opisują drogę będącą linią nieciągłą i w pewnych czasach w węzły się zwijającą.

Teraz zastanówmy się nad biegiem dólnéj planety Wenus i przypuśćmy, że ta pewnego wieczora, zaraz po zachodzie słońca, okazuje się na poziomie; wtenczas niedługo będzie też Wenus widzialną, ale wkrótce z innemi gwiazdami zajdzie. Dnia następnego o téj saméj godzinie, dostrzeżemy tę samą Wenus bardziéj już oddaloną od punktu zachodu

słońca, dążącą coraz późniéj do swego zajścia. Po upływie pewnego czasu, wydawać nam się będzie, jak gdyby Wenus nie oddalała się już od słońca, ale w jedném miejscu na niebie stała. Potém spostrzeżemy ją wracającą się do słońca, bieżącą w kierunku wstecznym, zbliżającą się coraz bardziéj do punktu zachodu słońca i ginącą w jego swietnych promieniach; wkrótce znowu wychodzi ona na stronie zachodu ale nie wschodu, i wtenczas wznosi się ona nad poziomem rano, jest to gwiazda poranna czyli *Lucifer*; oddalać się znowu będzie na stronie wschodniéj coraz bardziéj, i coraz bardziéj będzie się wznosić dopóki nie stanie; zbliżać się będzie do słońca i zginie podobnie na stronie zachodniéj tak, jak to miało miejsce na stronie wschodniej. Cały ten bieg wydawać się będzie, jak jakie wachnięcie z obydwóch stron słońca.

Jeżeli się teraz nad tym biegiem dobrze zastanowimy, to ztąd wypada, że Wenus odbywa swój bieg prawdziwy na płaszczyznie, przechodzącéj przez środek słońca, na któréj

znajduje się jéj droga; o czem przekonywają także jéj odmiany światła; czyli innemi słowy, widziémy Wenus podobnie jak księżyc w nowiu, w pierwszéj kwadrze, w pełni i w ostatniéj kwadrze; a mianowicie jeżeli ziemia, słońce i Wenus są na jednéj linii prostéj, a Wenus poza ziemią i słońcem, wtenczas jéj tarcza jest cała oświeconą; w czasie swojego największego oddalenia się na wschód, albo też na zachód, tarcza ta zostaje do połowy oświecona; gdy zaś Wenus znajduje się pomiędzy słońcem a ziemią, w tenczas jest ona w nowiu. Położenie takie, że ziemia, słońce i Wenus znajdują się na jednéj linii prostéj, a Wenus poza ziemią i słońcem, zowie się *górném złączeniem*; gdy zaś Wenus znajduje się pomiędzy ziemią a słońcem, położenie to zowie się *dólném złączeniem*; największe nadto oddalenie się zowią *największą elongacyą*. W dolném złączeniu, gdy Wenus znajduje się albo na saméj ekliptyce albo blizko niéj, zachodzi podobny fenomen jak zaćmienie słońca, ale pojaw ten nie jest tak wspaniały; albowiem Wenus przesuwa się przed tarczą

słońca tylko jak punkt czarny, dokładnie okrągły i poruszający się biegiem jednostajnym. Nie potrzebuję wspominać, że przejścia takie Wenusa przed tarczą słońca, nie były znane przed wynalezieniem lunet i teleskopów; fenomena te są rzadkie i wciągu jednego wieku nie może ich być więcéj, jak dwa, gdy tymczasem przejść Merkurego być może i 12.

Jak ważne są te pojawy, to dopiero później zobaczymy i przekonamy się, że te z całą ścisłością naprzód wyrachowane być mogą. Najbliższe przejście Merkurego było dnia 12 Listopada 1861 roku o godzinie 7 minut 20 wieczorem; najbliższe zaś przejście planety Wenus będzie miało miejsce dnia 9 Grudnia 1874 rano o godzinie 7 minut 52. Czas ten odnosi się do środka fenomenu, a cały pojaw może trwać od 6 do 7 godzin.

Sądzę, że już sami sobie dalszy bieg planety Wenus, widziany z środka ziemi, dopełnimy, i poznamy że on, po swém złączeniu dólném, ma znown kierunek wsteczny,

oddalając się coraz bardziéj na stronie zachodniéj słońca; potem pojawia się w spoczynku, a nakoniec biegiem kierunkowym zbliża się do słońca, dopóki nie dojdzie do górnego złączenia i pokaże się w pełni, to jest z całą tarczą oświeconą.

Inne są znowu pojawy, gdy rozważać będziemy biegi górnych planet; i one stają się w pewnych czasach, gdy je słońce zakrywa, a zatém w swych górnych złączeniach, dla nas niewidzialne; i one mają bieg kierunkowy i wsteczny, tudzież punkta stanowisk; ale planety te górne od wschodu ku zachodowi będą się od słońca oddalać dotąd, dopóki nie pokażą się na stronie przeciwnéj nieba, to jest, wyrażając się językiem astronomicznym, dopóki nie będą w przeciwpołożeniu. Nadto nie mają planety górne, oprócz jednego Marsa, odmian światła i żadna z nich nie przesuwa się przed tarczą słońca. Z dostrzeżeń tych możemy źatém wnioskować, że odbywają swój bieg po drogach obejmujących drogę pozorną słońca; to jest po drogach, których połowy osi wielkich są daleko

większe, aniżeli odległość naszéj ziemi od słońca.

Te to biegi kierunkowe i wsteczne, te punkta stanowisk, gdy je starożytni tłomaczyć chcieli w układzie Plotomeusza, nastręczały nieprzezwyciężone trudności i one to mnożyły owe epicykle, czyli kółka toczące się po drugich kółkach, których liczba, jak to wspomnieliśmy wyżéj, przechodziła liczbę 70. Cóż to za zamieszanie, gruba ciemność, gdy tymczasem podług układu Kopernika, wszystko to jest bardzo prostém, nadzwyczaj jasném, a tém samém dowodzącém, że *układ Kopernika obok praw Keplera i siły powszechnego ciążenia, wykrytéj przez Newtona, jest jedynym i prawdziwym układem*. Trzy narody stworzyły tą szczytną naukę: Polska, Niemcy i Anglia; była to wtedy rzeczywista reformacya Astronomii, było to Bozkie światło, które opromieniło umysł i serce; był to węgielny kamień, fundament, opoka, na któréj zbudowano niczém niezachwianą naukę. Dzięki Opatrzności, że miał i nasz rodak w tém wielkiém dziele swój

udział, czyniący zaszczyt i będący chlubą naszego narodu. Wiek szesnasty i siédmnasty jasnieć będą na wieki; a Kopernik, Kepler i Newton, palmę téj nauki przez wszystkie wieki trzymać będą.

Najprostszy sposób rozwikłania biegów pozornych, i poznania biegów prawdziwych, gruntuje się na tém, że przenosimy siebie w środek innego ciała niebieskiego, z którego biegi te prawdziwe rozważamy; jakież inne to ciało być może, jeżeli nie słońce, które miéjsce planety dla mieszkańca ziemi w czasie jéj przeciwpołożeniach i w złączeniach na niebie wyznacza; a miejsce to jest niezmienne, dla tego że w tém położeniu dostrzegacz, słońce i planeta, znajdują się na jednéj linii prostéj. Jeżeli my więc, od jednego przeciwpołożenia do drugiego i od jednego złączenia do drugiego, miéjsca planety połączymy; w tenczas otrzymujemy drogę planety w sposób taki, w jaki ona słońce okrąża. Zobaczymy, że droga ta rzuca się na niebo w koło wielkie, i że bieg planety, wolny od tych wszystkich nierówności, od posuwań się kie-

runkowych i wstecznych, i od stanowisk, jest niejednostajny. W tym przeciągu czasu, w którym planeta łączy się z ziemią i słońcem, to jest w którym te trzy ciała znajdują się na jednéj linii prostéj, muszą koniecznie przypaść dwa takie pośrednie położenia, w których ziemia i planeta robią kąt prosty z słońcem. W tenczas to z kąta, jaki robi słońce z planetą, łatwo dochodzi się stosunek pomiędzy odległością ziemi od słońca i odległością planety od słońca. Widziémy zatém, że jesteśmy w stanie zrysować całą drogę planety, a ostatecznie dojść i przekonać się, że droga ta nie jest kołem, ale ellipsą.

Biegi te kierunkowe i wsteczne, tudzież stanowiska są skutkiem tego, że patrzymy na nie z ziemi, będącéj w ruchu. Dla ich wytłomaczenia sobie, uważajmy, że planety są w różnéj bardzo odległości od słońca, że drogi swoje opisują w różnych przeciągach czasu i nadto z różnémi prędkościami; a prędkość ta tém jest większa, im planeta znajduje się bliżéj słońca. Albowiem, jeżeli wyobrazimy sobie trzy miéjsca różne, w których się pla-

neta, np. Mars, znajduje i trzy odpowiednie miéjsca ziemi, wtenczas ponieważ ziemia prędzéj bieży, więc też Mars coraz bardziéj w tyle się zostaje, a ziemia go wyprzedza, i Mars od swojego przeciwpołożenia posuwać się będzie pozornie ku stronie prawéj, to jest na zachód. Dopiéro gdy ziemia biedz będzie po łukach większéj krzywizny, bo bieg jéj coraz bardziéj staje się ukośnym, to stanowiska wtedy będą miały miéjsce, gdy linie łączące środek planety z środkiem ziemi będą równoległe, co przez kilka dni ma miejsce.

Zakończmy to wszystko słowy naszego patryarchy Jana Śniadeckiego:

„Mamy więc do uważania trzy siły w ciałach niebieskich władnące i sprawujące całe to widowisko biegów i odmian, które się dają w słońcu, planetach i kometach postrzegać; to jest *siłę pierwiastkowego rzutu*, którą te bryły wypchnięte były w przestrzeń świata; siłę wzajemnego cząstek materyi na siebie ciążenia, czyli *siłę powszechnego ciążenia*; i *siłę odpychającą* czyli *odśrodkową*. Cały świat powszechny jest to wielki teatr usta-

wicznego tych sił władania i walczenia, jest to ogromna machina dzielnością tych sił poruszana i wydająca tyle rozlicznych skutków, które z ziemi spostrzegamy i którym wraz z ziemią, jako naszém siedliskiem, podlegamy."

Pogadanka 9.

Słońce. Jego obrót około osi. Budowa jego fizyczna.

Na ziemi miészka, podług najnowszych doniesień geografów, około tysiąc milionów ludzi, którzy używając swoich władz i doskonaląc je coraz bardziéj, łączą się w towarzystwa, zapełniają lądy i prują morza, trzy czwarte części ziemi oblewające. Ich główném wyżywieniem jest naturalna płodność ziemi, zasilana coraz bardziéj staranną jéj uprawą.

Zapytajmy się z nich tysiącznego, dziesięciotysiącznego, co to jest ziemia, co słońce? a on nam na to zaledwie odpowiedzieć potrafi; wié tylko że ziemię zamięszkuje, i że ta go żywi, a słońce ogrzéwa i oświéca. Mało znajdziemy takich, którzyby w tém oświecić się

chcieli, ponieważ największa ich część mało się o te naukowe wiadomości troszczy: pracuje ona w pocie czoła, ażeby siebie wyżywić i odziać. Darujmy jéj, ponieważ niewiadomość robi ją mimowolnie na naukę obojętną.

Ale co nas najbardziéj uderza, to to, że widziémy wielu oświéconych, którzy nie pragną poznać przyrody i jéj praw; ale wolą prowadzić życie bezczynne i swój czas spędząć na żartach i zabawach. Zdaje nam się, że nauka byłaby najwalniejszém dla nich lekarstwem.

Zwróćmy nakoniec na to uwagę, że styl przenośny nie prowadzi do poznania prawdy na tém polu, i cała mitologia Greków szkodzi bardziéj, aniżeli pomaga.

Cóż bowiem naucza ten wóz, na którym rącze konie wiozą słońce? co te zdania starożytnych o przeciwstopowych? co zdania niedowiarków, będące mięszaniną tego, co jest świętém, z tém co jest bezbożném? a co pomiędzy nieoświeconym ludem same tylko przesądy zaszczepia. Użyjemy zatém mowy ludu pospolitego i starać się będziemy poznać *Słońce*.

Z ziemi, na któréj się znajdujemy, tarcza słońca wydaje się zajmować na niebie pół stopnia, czyli potrzeba średnic takiéj tarczy około 720 do pokrycia całego okręgu nieba.

Dostrzegając słońce przez szkło kolorowe, widziemy go zupełnie okrągłém i o tém przekonywają nas dostrzeżenia heliometryczne [1]), małe zaś zachodzące tu różnice pochodzą od różnéj jego odległości od ziemi.

Słońce jest ciałem, własném światłem świécącém; jest to gwiazda, którą gdybyśmy o 200000 jéj odległości od ziemi odsunęli, to byśmy ją widzieli pod kącikiem jednej setnéj sekundy; średnica tarczy słońca byłaby wtenczas 10 razy mniéjsza od najmniéjszego kącika, jaki najdokładniejsze narzędzia dać mogą. Słońce wtedy byłoby punkcikiem na niebie, podobnie jak każda inna gwiazda.

---

[1]) *Heliometr* jest to luneta służąca do mierzenia średnicy słońca, planet i księżyców; szkło jéj przedmiotowe składa się z dwóch połówek, które się za pomocą szruby o gwincie bardzo drobnym rozsuwać i do siebie zbliżać mogą.

Dodajmy, że średnica jego jest 112 razy większą od średnicy ziemi, czyli wynosi mało co więcéj jak 182000 mil, a odległość średnia 24000 promieni ziemskich, czyli mało co mniéj jak 20682000 mil.

Słońce w lunecie nie wydaje nam się co dzień jednakowéj wielkości, co pochodzi od różnego jego oddalenia od ziemi; najmniejsza ta odległość wynosi około 20335000 mil, największa zaś około 2102900 mil. Zkąd wypada, że słońce nie obiega ziemi po kole, ale po ellipsie; odległość ta najmniejsza przypada na początku zimy, a największa na początku lata. Stosunek zaś tych dwóch odległości jest, jak 59 do 61.

Zpowodu nadzwyczajnego blasku słońca, którego oko nasze znieść nie może, dostrzegamy go przez szkło kolorowe lub pokopcone. Możemy okiem golém wprawdzie na niego patrzyć, ale to tylko przy jego wschodzie i zachodzie, a to dla tego, że wtenczas promienie jego, padając ukośnie, są znacznie co do swojego światła osłabione.

Tarcza słońca na pierwszy rzut oka wydaje się jednostajnie świetna, ale dostrzegana przez lunetę z szkłem kolorowém, pokryta jest ona niekiedy planami ciemnémi lub czarnémi, oraz punktami świetniéjszemi od swojego tła, które jest światła perełkowatego, podobnego do jasnego matu. Plamy te, rozmaitego kształtu i wielkości, posuwają się w kierunku od wschodu na zachód po tarczy słońca i po pewnym czasie pokazują się na wschodzie, robiąc takie same obiegi. Zjawisko to rzuca wielkie światło na budowę słońca.

Postrzeżenia tych plam, kilkakrotnie powtórzone, dały nam ważny pierwiastek i przekonały, że słońce obraca się w około swojéj osi w $27^1/_2$ dniach *pozornie* a *rzeczywiście* kończy ten obrót w $25^1/_2$ dnia.

Dla czego mówimy *pozornie*? Oto dla tego że kiedy plama posuwa się i kończy swój obieg w $27^1/_2$ dniach, to natenczas i ziemia obiega słońce w tym samym, co plama, kierunku i unosi w tymże i spostrzegacza. Ztąd coraz inną stronę słońca widziémy, a co pro-

wadzi nas do poznania jego obrotu około swojéj osi. Plamy te są różnéj wielkości, dochodzącéj często do 18000 mil, i różnego kształtu. Rzadko wprawdzie, ale zdarza się, że taka plama rozdziela się na dwa lub więcéj kawałków, podobnie jak zwierciadło naciśnięte. Kawałki te okalają pierwotną plamę, która jest jéj jądrem. Jądro to jest ciemne, otoczone mgłą i chmurami, które są przycieniem téj plamy.

W okolicy tych plam znajdują się miéjsca świetniéjsze od światła tarczy, i te zowią się *pochodniami*.

Zachodzi także pewien związek pomiędzy témi plamami, które co 10 lub 12 lat są liczniejsze. Dostrzeżenia i badania tych ciekawych zjawisk, po odrzuceniu wielu bezzasadnych przypuszczeń, doprowadziły w końcu do następujących wniosków.

Utrzymywano, że słońce, ta ogromna kula, któréj objętość jest 1415225 razy większa od objętości ziemi jest jądrem stałem, ciemném, otoczoném potrójną atmosferą. Przypuszczano, że pierwsza podobna do na-

széj, oblewa naprzód to jądro, czyli słońce; że druga, będąca gazem ognistym, nigdy niewygasłym, otacza piérwszą; i że trzecia nakoniec zewnętrzna jest źródłem światła i ciepła, które słońce nam przesyła; tę nazwano *fotosferą* czyli *światłokręgiem*.

Takie było dotąd najprawdopodobniéjsze przypuszczenie co do fizycznéj budowy słońca; podał je Herszel i Arago, ale całkowite zaćmienie słońca, dostrzegane dnia 18 Lipca r. 1860 w Hiszpanii, w miéjscu zwaném Święte (Sanctuaire), przez Pana Leverriergo, Villarceau, Chacornaca, Leona Foucaulta, Prażmowskiego i wielu innych podało inne przypuszczenie co do budowy fizycznéj słońca, które pan Leverrier w raporcie, Ministrowi Oświécenia w Paryżu złożonym, wyłożył.

Badanie powierzchni słońca, i różnych części jego tarczy, w miarę jak te wychodziły z poza tarczy księżyca, pilne uważanie korony świetnéj i wyskoków podczas tego zaćmienia, doprowadziło pana Leverriergo do podania teoryi budowy fizycznéj słońca,

prawdopodobniejszéj i prostszéj od przypuszczenia Herszla i Arago.

Podług niego słońce jest ciałem palącém się ciągle, posiadającém bardzo wysokie ciepło, otoczoném nieskończoną powłoką tych wyskoków i obłoków, które ostatnie dostrzeżenia poznać nam dały. A zatém słońce jest ciałém środkowém, stałém lub płynném, otoczoném atmosferą, podobnie jak inne ciała niebieskie.

Jest to teraz już rzeczą pewną, że słońce otacza materya czerwonawa, w części tylko przezroczysta; materya ta gromadzi się na jednych miéjscach powierzchi słońca obficiéj, aniżeli na drugich, na innych słabiej świeci a nawet i gaśnie, a ztąd to plamy na słońcu pochodzą. Plamy te przedstawiałyby kontury rozmaite, i ich kształt zmieniałby się ciągle, gdyby one pochodziły od obłoków i chmur, unoszących się ponad słońcem, jak to Herszel i Arago utrzymywali. Przesuwając się po powierzchni słońca, podobnie jak obłoki ponad ziemią, dostrzeżenia tych plam dawałyby różne wypadki na obrót w około jego osi, co jednak nie ma miejsca.

Pochodnie czyli punkta świetniéjsze na powierzchni słońca, zmiéniając swój kształt, swoje światło, ginąc na jednych miéjscach, pokazują się na drugich; to tłumaczy się łatwo przez nierówności i różną grubość warstw atmosfery słonecznéj, a głównie przez różne oświetlenie pochyłych ścian tych wyskoków, które się na słońcu znajdują.

Na zakończenie téj pogadanki objaśnimy, co właściwie rozumieć należy przez *hypotezę*, czyli *przypuszczenie*?

Bakon i Dekart wyrzekli i ustalili, że nauka opiéra się na kombinacyach dostrzeżeń, doświadczeń i rozumowaniu. Analiza wykryła wiele prawd, rozwiązała wiele zadań i ze zbioru pojedynczych zjawisk wyprowadziła teorye, które są najwyższym szczytem każdéj nauki.

Ale w przejściu tém od niewiadomości do nauki, są rozmaite odmiany, w których rozum nie może pochwycić prawa, a jednak potrzebuje nici, któraby wiązała to, co umysł odkrył, z tém, co sobie daléj odkryć zamierza.

To właśnie przypuszczenie jest tu tą nicią, któréj przechód, postępując od jednego punktu nauki do drugiego, tłomaczy zjawiska znane, nie roszcząc sobie żadnego prawa do ścisłéj teoryi.

Jest to rusztowanie na słabych jeszcze fundamentach, które się tém mocniejszém i trwalszém staje, im więcéj zjawisk jedno i to samo przypuszczenie tłomaczy.

Nie powinniśmy być skoremi do tworzenia przypuszczeń, ponieważ wtenczas błąkalibyśmy się po polu marzeń i nie doszlibyśmy do prawd, umiejętność stanowiących.


JAN SNIADECKI.
UR: D. 29. SIERPNIA. 1756.
✝ D. 21. LISTOPADA. 1830.

Pogadanka 10.

Ziemia, jéj kształt i wielkość. Obrót dzienny i dzień gwiazdowy.

Słyszymy często, że ludzie obwiniają o oschłość naukę i jéj prozaizm i w rzeczy saméj krytycy ci mają słuszność dotąd, dopóki rozumieją przez naukę to wszystko, co jéj dało początek, i to, co ją daléj rozwija. Ale niechaj się w tém nie mylą i niech nie będą podobni do tych, których strach przejmuje na widok rusztowań, drabin, lin i t. d. a którzy na karb już tego uważają budownictwo za niepotrzebne, zdobiące budowle zewnątrz, a niedbające o wygody wewnętrzne.

Że astronom używa różnych narzędzi [1]) do swoich dostrzeżeń; że używa pomocy mate-

---

[1]) Zob. dodatek szósty.

matyki, formuł, logarytmów i innych tablic do obrachowania spostrzeżeń; że ustanawia prawa tłomaczące zjawiska świata; to jest rzeczą naturalną, i ze strony naszéj byłoby to nie na swojém miejscu, gdybyśmy powątpiéwali o prawach udowodnionych i ustalonych. Lecz my, którzy nie jesteśmy uczonémi, zostawmy to głębokie badania astronomom, niechaj oni ich plony zbierają, a my używajmy tylko tego miodu, który im często z pracą wielką i goryczą przychodzi. Niechaj oni w szczegółach światy poznają, a my poprzestańmy na ogólném poznaniu świata powszechnego.

Poznaliśmy słońce, które światło i ciepło nam przesyła; teraz poznajmy ziemię, tę siedzibę naszą i to pole ściérających się namiętności, ten plac przemocy i ucisku.

Ziemia jest naszą matką, i dla tego zasługuje ona, ażebyśmy jéj pomiędzy planetami pierwszeństwo oddali.

Nie wiele powiémy o kształcie ziemi; każdy wié, że ten podobny jest do kształtu pomerańczy; jest to sferoida obrotowa, któréj spłaszczenie wynosi $^1/_{300}$ część, czyli któréj pro-

mień przy biegunach jest o 3 mile krótszy od promienia przy równiku.

Każdy zapewne przypomina sobie, co to jest południk? Jestto płaszczyzna w myśli przez oś świata i linię wiérzchołkową miéjsca poprowadzona, która dzieli całą kulę nieba na wschodnią i zachodnią i na któréj wschodzą, górują i zachodzą słońce, planety, księżyce i wszystkie gwiazdy.

Sferoidalności ziemi dowodzi: kształt poziomów ziemskich, a bardziéj jeszcze morskich; niknienie powolne okrętu, z portu wypływającego, którego najprzód spód, a potém pokład, żagle i maszty dla oka naszego giną; cień kolisty ziemi, rzucony na księżyc w czasie jego zaćmienia; podróże na około świata i wymiary stopni południka.

Ażebyśmy dali wyobrażenie o wielkości ziemi, wyobraźmy sobie kulę średnicy łokciowéj. Łokieć ten przedstawia średnicę ziemi, która ma 1719 mil. Spłaszczenie przy biegunach wyniesie na tym modelu blizko 1 milimeter, czyli $^1/_2$ linii; średnie wyniesienie lądów wynosi $^1/_{20}$ linii. Najwyższa góra Hau-

rysankar w Himalai wznosi się na tym modelu nad poziom lądu o $^1/_{20}$ linii; głębokość nakoniec morza wyniesie na nim $^1/_{10}$ linii; ztąd słusznie Lacroix powiedział, że góry i doliny ziemi porównać można z chropowatością delikatnéj pomerańczowej skórki. Warstwa wody pociągnięta pędzlikiem daje nam dostateczne wyobrażenie o massie wód, ziemię obléwających. Czémże jednak jest ta bryła, kiedy cała ziemia jest to drobne ziarnko w porównaniu ze słońcem i innémi gwiazdami.

Uważajmy teraz ziemię, jako należącą do świata słonecznego. Jest ona z planet większych trzecią z porządku, co do odległości od słońca.

Ziemia ma dwojaki ruch: obrót *dzienny* i bieg postępowy *roczny*. Zastanówmy się nad każdym z tych ruchów oddzielnie.

Każdy wié, że słońce, księżyc, gwiazdy, jednem słowém wszystkie ciała niebieskie widzialne na niebie, obracają się w około osi świata tak, jak gdyby niebo było sklepieniem z jednéj sztuki, z jednego ciosu wykutém. Obrotu tego pozornego skutkiem jest *wschód*

południe, *zachód* i *północ* każdéj gwiazdy. Wszystkie ciała niebieskie przechodzą poziom, czyli *wschodzą* na wschodniéj stronie nieba: poczém podnoszą się nad poziomem i dosięgają największéj wysokości, kiedy przechodzą przez południk, czyli kiedy *górują*; potém zniżają się na stronie zachodniéj nieba, a nakoniec zapadają pod poziom, czyli *zachodzą*. Po pewnym przeciągu czasu, gwiazdy te, które zaszły, na nowo i w tym samym porządku wschodzą, a zjawisko to wschodu i zachodu powtarza się na przemian i bez końca.

Niektóre gwiazdy w ukośném położeniu sfery nie wschodzą, ani zachodzą, ale opisują całe koła do siebie równoległe, jako prostopadłe do osi świata, któréj biegun jeden znajduje się na północném niebie, w blizkości gwiazdy biegunowéj w *Niedzwiedziu małym*, a drugi na południowém niebie, blizko małéj gwiazdy w konstellacyi, którą się *Oktansem* zowie. Punkta te są nieruchome na niebie i w różnych odległościach od nich odbywają gwiazdy swoje obroty. Obroty te są tylko po-

zorne, ponieważ rzeczywiście są one skutkiem obrotu ziemi około jéj osi, która przedłużona aż do spotkania się z niebem, jest zarazem osią świata. Mamy na to liczne dowody, a z nich najsilniéjszy jest następujący; w założeniu, że ziemia obraca się około swojéj osi, wypada że każdy punkt równika obraca się z prędkością $3\frac{1}{2}$ mili na minutę, kiedy tymczasem księżyc, oddalony o 51800 mil od ziemi, obracałby się z prędkością 226 mil na minutę. Słońce, blizko o 21 milionów mil od ziemi oddalone, obracałoby się z prędkością przeszło 91600 mil na minutę; a jakażby dopiéro była ta prędkość dla gwiazd biliony mil od nas oddalonych. Prędkość taka, przechodząca naszą wyobraźnię, zrodziłaby tak ogromną siłę odśrodkową, że światy, chociażby te jak najbardziéj były zbite, zamieniłyby się w nieskończenie subtelne cząsteczki czyli atomy.

Dowodzą nam także obrotu dziennego ziemi doświadczenia Benzenberga co do spadku ciał z znacznych wysokości, które wykryły, że kierunek spadającego ciała zbacza od pionu

ku stronie wschodniej, a co jest skutkiem nierównego działania siły odśrodkowéj przy powierzchni ziemi i w znacznéj od niéj wysokości.

Dowodzą także obrotu dziennego ziemi doświadczenia pana Foucault, robione z pendułami na długich niciach zawieszonémi [1]).

Obrót dzienny trwa godzin 23 minut 56 czasu zwyczajnego czyli średniego; jestto czas, którego południk potrzebuje od przejścia przez pewnę gwiazdę do następnego przejścia przez tęż samą gwiazdę. Czas ten ostatni jest *dniem gwiazdowym*, który, podzielony na 24 godzin, jest krótszy o 4 minuty od dnia średniego. Przyczynę téj różnicy podamy niżéj, mówiąc o biegu rocznym ziemi.

Na zakończenie téj pogadanki przytoczymy rzecz o położeniu osi świata względem *ekliptyki* czyli drogi pozornéj słońca.

Oś ta nie jest do niéj prostopadłą, ale pochyloną pod kątem, blizko $3/4$ kąta prostego

---

[1]) Zobacz dooatek trzeci.

wynoszącym, a ztąd i droga pozorna słońca, czyli ekliptyka, mało się co więcéj jak na $^1/_4$ kąta prostego do równika pochyla. Nadto położenie osi świata jest niezmienne, spotyka ona niebo w tych samych punktach, a linia, będąca przecięciem tych dwóch płaszczyzn, równika i ekliptyki, jest ciągle równoległą do piérwszego swojego położenia.

Zmiany téj równoległości są tak małe, że o nich w tém miéjscu przepomnieć można.

Kolejne następstwo dni i nocy tłomaczy nam obrót dzienny ziemi, a bieg jéj roczny jest podstawą nierówności tych dni i nocy i kolejnego po sobie następstwa pór roku.

Pogadanka II.

Bieg postępowy Ziemi. Rok. Dla czego dzień gwiazdowy jest krótszy od słonecznego. Nierówność dni i nocy. Pory roku.

Jeżeli widok nieba wzbudza w nas podziwienie, to równie i poznanie różnych ruchów ciał niebieskich i prawa ich biegów zaspakajają nasz umysł, i podziwiamy dokładność, z jaką ruchy te tłomaczą nam zjawiska peryodyczne, dostrzeżeniami ustalone.

Tak to odkryte przez Keplera prawa biegu planet w około słońca, połączone z podobnym biegiem ziemi, wytłomaczyły nam ich biegi kierunkowe i wsteczne, tudzież stanowiska, a obrot dzienny ziemi około jéj osi wskazał nam następstwo dni i nocy.

Ale ileż to zjawisk pozostało nam do wytłomaczenia? Dlaczego widok nieba jest ró-

żny w każdéj porze roku? Zkąd ta rozmaita długość dni i nocy w każdem miejscu? Dla czego dnie i noce nie są wszędzie równe? Nakoniec, co to jest za przyczyna kolejnego następstwa pór roku?

Każdy ma mniéj lub więcej dokładną znajomość tych zjawisk i wiąże je w myśli z podwójnym biegiem ziemi, lecz do ujęcia i jasnego pokazania tego związku, potrzeba uważać na to, że trzy następujące fakta służą do wytłomaczenia tych zjawisk.

Jednostajna prędkość obrotu dziennego ziemi około swojéj osi.

Niejednostajny bieg roczny ziemi.

Nakoniec stała równoległość osi ziemskiéj podczas tych dwóch biegów.

Nim daléj postąpimy, przypomnijmy sobie:

Że rok jestto przeciąg czasu pomiędzy dwoma przejściami ziemi przez jeden i ten sam punkt swojéj drogi. W tem położeniu ziemi środek słońca zajmuje pozornie ten sam punkt nieba, czyli inaczéj zakrywa tę samą gwiazdę.

Że całkowity obrót ziemi około osi jest to powrót każdéj gwiazdy do tego samego południka.

Że jeżeli gwiazda wziętą została za punkt odnośny, to przeciąg ten czasu jest *dniem gwiazdowym*; a jeżeli środek słońca jest tym odnośnym punktem, to natenczas przeciąg taki czasu jest *dniem słonecznym*.

Różnica długości tych dwóch dni pochodzi ztąd, że przez jeden dzień ziemia ubiega pewien łuczek na swojéj drodze; dla nas zaś, mieszkańców ziemi, którzy uważamy ją za nieruchomą, wydaje się, że słońce łuczek ten przebiegło tak, że na początku tego obrotu środek słońca razem z gwiazdą znajdował się na płaszczyźnie południka, ale w czasie tego obrotu środek słońca cofał się i przyszedł do południka, później o 4 minuty, jak gwiazda. A ztąd wypada, że potrzeba trochę więcéj nad całkowity obrot dla dnia *słonecznego*, którego tém samém długość jest większa od *gwiazdowego*.

W następnym dniu to samo będzie opóźnienie, tak dalece, że opóźnienia te w ciągu całego roku wyniosą jeden dzień, a ztąd 366 dni gwiazdowych równe są 365 dniom słonecznym.

W stosunkach cywilnych używa się dnia *słonecznego średniego*, dla tego że dnie *słoneczne prawdziwe* są rozmaicie długie. Zegary wskazują godziny czasu średniego, ponieważ bieg ich jest jednostajny; kompasy zaś pokazują czas prawdziwy. Różnica tych dwóch czasów jest znana i stanowi *równanie czasu*, które, ułożone na cały rok w tabliczkę, pokazuje, ile zegarek nasz w południe więcéj lub mniéj pokazywać winien, aniżeli kompas, który cztéry razy tylko w ciągu roku zgadza się z zegarem, to jest: dnia 15 Kwietnia, 15 Czerwca, 31 Sierpnia i 25 Grudnia.

Jeżeli znowu uregulujemy zegar tak, że upływać będzie 24 godzin między jednêm a następnêm górowaniem téj saméj gwiazdy i nadto wskazywać będzie *zero*, kiedy słońce przechodzi przez punkt równonocny wiosenny, to zegar ten wskazywać będzie czas *gwiazdowy*, i takiego to używają astronomowie.

Poznajmy teraz różny widok nieba w różnych epokach roku.

Każdy na własne oczy przekonać się może, że o téj saméj godzinie w nocy inne gromady gwiazd pokrywają niebo, aniżeli przed trzema miesiącami, lubo położeń pomiędzy sobą nie zmieniły, co większa, wielu dawnych niewidziémy, a znowu nowe dla nas się pokazały.

To wszystko jest zjawiskiem wiążącém się z biegiem rocznym ziemi.

Przyczyną, że niebo widzialne pokrywają inne gromady od tych, które pokrywały przed miesiącem, dwoma miesiącami, i t. d. jest, że każego dnia środek słońca ma inne położenie na niebie, a tém samém ziemia trafia na przeciwnéj stronie nieba na coraz inne jego punkta. Ten sam wraca się porządek po upływie roku.

Pod *biegunami*, gdzie noc i dzień trwają po sześć miesięcy, cała pólkula obraca się równolegle do poziomu. Założywszy, że człowiek żyć może w tych lodowatych okolicach, natenczas widzieć on będzie gwiazdy opisujące równoleżniki równoległe do poziomu, a tém samém mieszkaniec północnego bieguna widzieć będzie same tylko gwiazdy pół-

nocne, a mieszkaniec południowego bieguna same tylko południowe.

Oprócz tego przekonać się można, że gwiazdy opisują w ciągu 24 godzin cały okrąg koła i pewien łuk, pochodzący od posunięcia się w tymże czasie ziemi na swojéj drodze. Łuki te z całego roku do siebie dodane robią, jak to już wyżéj powiedziano, cały okrąg koła.

Pod *równikiem*, w czasie obrotu, widzieć będzie jego mięszkaniec całe niebo, to jest wszystkie gwiazdy tak północne, jako i południowe, krążące prostopadle do jego poziomu.

Nakoniec w miéjscach, znajdujących się *pomiędzy równikiém a biegunami*, poziom przecina pochyło do niego równoleżniki na dwie nierówne części tak, że przez wiosnę i lato dnie są dłuższe aniżeli noce, a przez jesień i zimę dnie są krótsze aniżeli noce, na początku zaś wiosny i jesieni dzień równa się nocy.

Mieszkańcy biegunowi mają *sferę równoległą*, równikowi *prostą*, a położeni pomiędzy równikiem i biegunami *sferę ukośną*.

Dla uzmysłowienia sobie tego, cośmy dopiéro powiedzieli i dla przygotowania się do tego, co powiémy, uważajmy kulę, jakiegokolwiek wymiaru, oświéconą od lampy wyobrażającéj słońce, obracającą się około swojéj osi, a natenczas poznamy miéjsca, w których trwa dzień, i te które mają noc.

Pochylmy teraz oś ziemi, a tém samém i oś świata do płaszczyzny drogi ziemskiéj pod kątem $^2/_3$ kata prostego, a zobaczymy wieczny obraz tych wszystkich zjawisk, któreśmy dotąd opisali.

Zastanówmy się teraz dlaczego w jedném miéjscu dnie nie są równe nocom?

Obierzmy punkt jakikolwiek na téj kuli, byleby on nie był biegunem, ani nie leżał na równiku i obracajmy ją około swojéj osi; natenczas oświécająca lampa, która tu światło słoneczne zastępuje, oddzieli na téj kuli połowę oświéconą od połowy ciemnéj; płaszczyzna te dwie połowy oddzielającą zowie się *światlnikiem*. Przez obrót ten poznamy, że długość dnia nie równa się nocy.

Obracajmy teraz ziemię na jéj drodze dotąd, dopóki świetlnik nie przejdzie przez bieguny, natenczas oznaczymy chwilę przejścia środka słońca przez punkt równonocny wiosenny. Zatrzymajmy na chwilę bieg postępowy ziemia, natenczas dostrzeżemy, że łuki opisane przez słońce, to jest łuki dzienne i nocne są sobie równe, a to dla każdego punktu ziemskiego. Dnie zatém w téj epoce są nocom równe, i ztad też pochodzi ta nazwa *punkta równonocne*. Będzie to punkt równonocny *wiosenny*, jeżeli gwiazdy na półkuli górnéj t. j. północnéj przechodzić będą z półkuli dolnéj t. j. południowéj. W tym to punkcie porównania dnia z nocą przypada początek *wiosny*, od któréj rachuje się początek roku astronomicznego. To ma miéjsce pomiędzy dniami 20 i 21 Marca.

Niechaj teraz ziemia posunie się o ćwiartkę okręgu koła na swojéj drodze, wtenczas biegun półuocny wchodzić będzie coraz bardziéj w światło, które oświéca stale okolice położone przy tym biegunie, w tym samym czasie, kiedy biegun południowy coraz bar-

dziéj wchodzić będzie w ciemność. Dnie zatém na półkuli północnéj rosną, a noce maleją, kiedy przeciwnie na półkuli południowéj noce rosną, a dnie maleją. Przy końcu tego perycdu ziemia znajduje się w *punkcie stanowiska letniego*: jest to początek *lata*, który pomiędzy dniem 21 i 22 Czerwca przypada, i w tym to czasie na północnéj półkuli dzień jest najdłuższy, a noc najkrótsza.

Po przejściu przez ten punkt, ziemia, biegnąc daléj, przychodzi do drugiego punktu równonocnego, który się zowie *jesiennym*: ma to miéjsce na początku *jesieni*, t. j. pomiędzy 22 i 23 Września. Od początku lata dnie coraz malały, a noce rosły, w punkcie zaś tym równonocnym dzień zrównał się z nocą.

Ziemia, idąc daléj przychodzi do drugiego punktu stanowiska, który się zowie *zimowym*: jestto początek *zimy*, przypadający pomiędzy dniami 21 i 22 Grudnia. Od początku jesieni dnie są coraz krótsze, a noce coraz dłuższe, w tém więc stanowisku na północnéj półkuli dzień jest najkrótszy a noc najdłuższa.

Po przejściu tego punktu stanowiska, ziemia dąży znowu do równonocnego punktu wiosenncgo. Od początku zimy dnie rosną, a noce maleją, dopóki się w tym równonocnym punkcie nie zrównają.

Ponieważ linia łącząca dwa punkta stanowisk z linią przechodzącą przez dwa punkta równonocne nie dzieli ellipsy na 4 równe części, i ziemia nie opisuje części te biegiem jednostajnym, cztéry więc pory roku nie są sobie równe, ale

Wiosna	trwa	dni	92,	godzin	21,	minut	40
Lato	„	„	93	„	13	„	44
Jesień	„	„	89	„	16	„	43
Zima	„	„	89	„	1	„	33
A rok cały	„	„	365	„	5	„	40

Zanim mówić będziemy o zmianach ciepła i zimna, czyli o zmianach temperatury każdej pory roku, zastanowimy się jeszcze nad niektóremi zjawiskami, któreśmy opisali.

Przez sześć miesięcy, oddzielających dwa punkta równonocne, jeden z biegunów jest ciągle oświecony, a drugi ciągle w cieniu zanurzony. Pod biegunami dzień i noc trwają

po sześć miesięcy, a pomiędzy każdém kołem biegunowém i do niego należącém biegunem znajdujemy na długość dni i nocy wszystkie wartości pośrednie pomiędzy całym dniem i sześciu miesiącami.

Przez tenże sam przeciąg czasu świetlnik dzieli na połowę równik, a ztąd w punktach równikowych dnie są ciągle równe nocom.

Jeżeli porównamy długość dni i nocy w dwóch punktach ziemskich, różnie od równika oddalonych i na téj saméj półkuli położonych, to przekonamy się, że różnica pomiędzy długością dnia i nocy jest w każdéj epoce większa w miejscu bliższém biegunа.

Pas leżący pomiędzy zwrotnikami, zamyka miéjsca mieszkańców, dla których słońce przechodzi raz lub dwa razy przez ich wierzchołek. Tego to dnia, lub tych dni, w południe przedmioty nie rzucają cienia, ponieważ promienie słońca padają na nie pionowo. Okolica ta ziemi cała zowie się *pasem gorącym.*

Dwa pasy zawarte pomiędzy zwrotnikami i biegunowemi kołami, jeden na półkuli północnéj, drugi na południowéj, są *pasami umiarkowanémi.*

Dwa pasy nakoniec, zawarte pomiędzy kołami biegunowemi i odpowiedniémi biegunami, jeden na półkuli północnéj, a drugi na południowéj, są to *pasy zimne* czyli *lodowate*.

Jeżeli podzielimy powierzchnię ziemi na 100 części, to pas gorący zamyka 40, dwa umiarkowane 52 i dwa lodowate 8. Dzieli się zatém cała ziemia na 5 pasów niejednakowéj rozległości.

Zastanówmy się nakoniec nad porami roku: jest to pytanie które nietylko zajmuje astronoma ale i meteorologa. Rzecz tę różni uczeni obszernie rozbierają, my tu jednak, nie chcąc wyjść z granic naszego szczupłego dziełka, w krótkości o tém pomówimy.

Najprzód: Że wiosna i lato, będąc prawie téj saméj długości, i w tychże samych okolicznościach, przedstawiają znaczne różnice co do temperatury, a podobnie się rzecz ma co do jesieni i zimy. Różnice te pochodzą z nagromadzenia się ciepła przez wiosnę, które powiększa temperaturę wzbudzoną przez promienie słońca letnie, i znowu ziemia, stygnąc przez jesień, zmniejsza temperaturę zimową.

Zkąd wypada, że największe ciepło nie przypada w dzień przesilenia letniego dnia i nacy, t. j. 22 Czerwca, ale około połowy Lipca; i podobnie największe zimno nie przypada na dzień 22 Grudnia, ale około połowy Stycznia.

Na półkuli południowéj wszystko dzieje się przeciwnie, ponieważ tam, kiedy u nas jest wiosna, lato, jesień, zima, panuje, jesień, zima, wiosna, lato.

Powtóre: Że chociaż słońce bliżéj jest ziemi w jesieni i w zimie, to jednak wiosna i lato są cieplejsze od nich. Przyczyną tego jest, że promienie słoneczne padają przez wiosnę i lato na ziemię bardziéj do wierzchołka mieszkańców zbliżone, czyli mniéj pochyło, aniżeli w jésieni i zimie.

Potrzecie: Że z przyczyny dłuższych dni wiosny i lata, aniżeli jesieni i zimy, atmosfera i grunt pochłaniają przez dzień w ciągu dwóch piérwszych pór więcéj ciepła, aniżeli go przez promieniowanie w nocy tracą, a co przeciwnie ma miéjsce przez jesień i zimę, bo tu noce są dłuższe, aniżeli dnie.

Poczwarte: Że massa ciepła w ciągu roku jest ta sama na półkuli północnéj i południowéj, chociaż wiosna i lato są dłuższe od jesieni i zimy.

To krótkie przytoczenie o porach roku jest dostateczne do pokazania związku, jaki zachodzi pomiędzy podwójnym ruchem ziemi; to jest obrotem jéj dziennym i biegiem rocznym.

Pogadanka 12.

Poprzedzanie punktów równonocnych i kołysanie się osi ziemskiej.

Oprócz obrotu dziennego i biegu rocznego ziemi, których skutkiem jest następstwo dni i nocy, tudzież pór roku, ziemia ma jeszcze dwa ruchy jeden ciągły wsteczny, drugi kołyszący się, które niedawno poznano, ponieważ są bardzo powolne, i dla tego też pochodzących ztąd odmian położenia ziemi po długim dopiero czasie dostrzegamy. Te dwa ruchy zowią się: *poprzedzanie punktów równonocnych* czyli *precessya*, i *kołysanie się osi ziemskiéj* czyli *nutacya*.

Ruchy te dwa są wypadkiem z działania siły przyciągania słońca i księżyca na sferoidę ziemską. Podamy tu o nich krótkie wyobrażenie.

Rok, powiedzieliśmy, skończył się, kiedy ziemia całą swoją drogę przebiegła, czyli powróciła do tego samego punktu, z którego wyszła. Ponieważ przejście przez punkt równonocny uważa się za początek roku zwrotnikowego, więc téż powrót do punktu równonocnego następuje z upływem całego roku, czyli rok jest to przeciąg czasu pomiędzy dwoma po sobie następującémi przejściami środka ziemi przez ten sam pnnkt równonocny.

Dwa te opisania nie są ściśle tosame, a to dla tego, że punkt równonocny wiosenny nie jest punktem stałym na drodze ziemskiéj. Od jednego roku do drugiego, punkta równonocne cofają się, jeżeli je porównywamy z kierunkiem biegu ziemi o łuk 50 sekund.

Powiedzieć, że się punkt równonocny cofa, jest to samo, co powiedzieć, że ziemia powraca do tego samego punktu równonocnego wcześniej, aniżeliby do niego powracała, gdyby cofania tego nie było. Epoka więc rzeczywista powrotu ziemi do tego samego punktu równonocnego poprzedza epokę, w któréjby

to nastąpiło, gdyby punkt ten był stały, i ztąd téż pochodzi ta nazwa: *poprzedzanie punktów równonocnych.*

Dwa tysiące lat upływa już od tego czasu, w którym cofanie się to odkrył Hypparch; oznaczył on go rocznie na 50 sekund. Newton przyczynę tego zjawiska podał, a Laplace teoryę jego udokładnił.

Nim przystąpimy do wytłomaczenia ruchu prawdziwego tego umysłowego punktu, opiszmy raz jeszcze to zjawisko.

Przypomijmy sobie, co się zowie punktem równonocnym.

Jest to punkt, który zajmuje ziemia na swojéj drodze w około słońca w tenczas, kiedy płaszczyzna świetlnika przechodzi przez bieguny świata, a co się dwa razy do roku przytrafia. Wtenczas to równik ziemski, którego się pochyłość do ekliptyki nie zmiénia, przecina tę ostatnią w linii prostéj, przechodzącéj przez środek słońca.

Gdyby oś ziemi ciągle była równoległą do swojego pierwszego położenia, natenczas równik ślizgałby się po ekliptyce równolegle;

a tém samém i linia przecięcia, o któréjśmy mówili, byłaby ciągle do siebie równoległą, przechodziłaby zawsze przez środek słońca i przecinałaby w końcu roku w tych samych punktach ekliptykę; a tém samém i punkt równonocny byłby stały.

Ale tak nie jest, ponieważ linia ta po upływie roku robi pewien, wprawdzie bardzo mały, kącik z poprzedniém swojém położeniem. Przecina ona drogę ziemską ku wschodowi poprzedzającego punktu równonocnego. Nowy zatém punkt równonocny cofnął się, czyli posunął się w kierunku wstecznym względem biegu ziemi, to jest od wschodu na zachód.

Zkąd wypada:

Najprzód: Że ziemia powraca do punktu równonocnego wcześniéj, jakby to miało miéjsce, gdyby równoległość osi ziemskiéj, równika i linii przecięcia się równika z ekliptyką, miała ciągle miéjsce.

Powtóre: Że słońce odpowiada w ciągu roku gwiazdom zwierzeńcowym coraz bardziéj na wschód położonym, i zdaje się przebiegać

coraz inne konstellacye, cofając się od punktu równonocnego.

Potrzecie: Że punkt każdy równonocny, cofając się corocznie o 50 sekund, przebiega całą pozorną drogę słońca w 25868 latach, i ten to przeciąg czasu zowie się *rokiem Platona.*

Poczwarte: Że znaki zwierzyńcowe nie są to samo, co konstellacye tegoż nazwiska; ale znaki: Baran, Byk, Bliźnięta i t. d. odpowiadają teraz konstellacyom: Ryby, Baran, Byk, i t. d.

Zobaczmy z porządku, jak się rzeczywiście ten ruch odbywa.

Wyobraźmy sobie ellipsę prawie kołową, wyobrażającą drogę ziemi. Poprowadźmy przez dwa punkta, w których się równik z ekliptyką przecina, linię prostą, a przekonamy się, że linia ta przejdzie przez środek słońca, znajdujący się w ognisku ellipsy przez ziemię opisywaną i wyznaczy dwa punkta równonocne, jeden *wiosienny* a drugi *jesienny*. Przyłóżmy wzdłuż téj linii arkusz tektury, pochylony do ekliptyki tak samo, jak jest do

niej równik pochylony, a wtenczas arkusz ten przedstawiać będzie równik, który przedłużony przejdzie rzeczywiście przez środek słońca w jednym z dni równonocnych.

Obracajmy teraz ten arkusz ciągle tak, ażeby przechodził zawsze przez środek słońca, i był tak samo pochylony do drogi ziemi, jak jest równik rzeczywiście pochylony do ekliptyki, a oprócz tego obracajmy go tak powoli, ażeby całe koło przebiegł w 25868 latach.

Nie jestże teraz rzeczą jasną, że oś ta ziemi, która jest ciągle prostopadłą do równika, kołysze się razem z równikiem i opisuje na niebie małą ellipsę, podobną do drogi ziemskiej, a ztąd wypływa, że biegun po znacznym przeciągu czasu odpowiadać będzie coraz innym gwiazdom. I tak dzisiajsza gwiazda biegunowa zbliżać się będzie jeszcze przez 200 lat do bieguna, później oddalać się od niego zacznie, a po 12000 latach gwiazdą biegunową będzie *Wega*, główna gwiazda w Lutni

Ten ruch kołyszący porównać można z ruchem kręglicy, która obracając się w koło

swojéj osi, pochyla ją do płaszczyzny, na któréj się wspiéra, i oprócz tego ma bieg postępowy.

Ażeby to porównanie, które nie jest nowém, tłomaczyło zupełnie te trzy ruchy ziemskie, potrzeba, ażeby kręglica kończyła swój obrót około swojéj osi w 23 godzinach 56 minutach; droga, którą przebiega, była prawie kołem; drogę tę przebiegała w 365¼ dnia i nakoniec oś kręglicy kołysząc się opisywała powierzchnię ostrokręgową w ciągu 25868 lat.

Wyobrażenie to, lubo rzecz jasno maluje, nie jest jeszcze zupełnia dokładném; ponieważ z trzech tych ruchów ziemi, z dziennego obrotu, rocznego biegu i precessyi, wypadałaby ta sama pochyłość osi ziemi do ekliptyki, co jednak nie ma miéjsca, ponieważ oś ta kołysze się około pewnego średniego położenia, i w ciągu każdych 18 prawie latach opisuje małą ellipsę tak, że oś ta, zamiast zakreślania w ciągu 25868 lat na niebie koła, opisuje rzeczywiście małe ellipsy, obwijające okręg tego koła.

Ten to ruch osi równika zowie się *kołysaniem się osi ziemskiéj* czyli *nutacyą:* odkrył

ją Bradley i okazał, że skutkiem jéj jest niejednakowa pochyłość ekliptyki do równika; zmiany jednak ztąd pochodzące w szczupłych są zawarte granicach.

Te są szczegóły co do biegu ziemi, którą słońce ogrzéwa i oświéca. Ziemia należy do planet; za taką uznał ją Mikołaj *Kopernik* Polak, który zgruchotał epicykle, czyli kółka toczące się po kołach; który słońce posadził na tronie układu słonecznego, a ziemię zrobił jego służalcem. Ziemia jest planetą, a jako taka, posłuszna jest prawom Keplera i prawu przyrody Newtona.

Te szczegóły, któreśmy przytoczyli dla zrozumienia peryodycznych zjawisk dnia i nocy, pór roku, posłużą także do zrozumienia tych samych zjawisk co do innych planet i księżyców. Tam długość tylko dnia i roku będzie inna dla każdéj planety.

Zobaczmy teraz, czy i inne planety z tém wszystkiém, co poprzedziło, nie mają jakiego związku?

Takie to jest pytanie, jakie zapewne wielu z czytelników tu zrobi, nadając mu formę

stosowną do swojego zapatrywania się na te wszystkie zjawiska. Zachodzą tu pytania, po co te wszystkie ruchy? jaka jest ich przyczyna? i czyli jedna ich tylko jest przyczyna?

Nauka astronomii nie jest jeszcze skończoną; to co wiémy jest małą cząstką tego, czego nie wiémy. Przynajmniéj nie wszystkie dotąd przypuszczenia, najprawdopodobniéjsze nawet, zostały stwierdzone i udowodnione.

Lubo nauka ta jest na pewnéj drodze, nie można jednak w potocznych pogadankach wszystkiego tego wyłożyć. Od tego są dzieła z wyższego stanowiska naukę tę traktujące, od tego jest język matematyczny czyli analiza. Nadużylibyśmy cierpliwości czytelnika, gdybyśmy tę naukę tym językiem tłomaczyć chcieli; tego nie zrobimy, ale w następnéj pogadance objaśnimy w sposób przystępny siłę powszechnego ciążenia, którą *Newton* odkrył; jest ona zasadą mechaniki *Laplasa*, do zrozumienia któréj utorowała drogę uczona *Sommerville.*

Do téj to téż siły odnosi się tłomaczenie wszystkich zjawisk na niebie.


IZAAK NEWTON ANGLIK
URODZIŁ SIĘ R. 1642 UMARŁ R. 1727.

Pogadanka 13.

Ciążenie powszechne.

Często mylne rozumowania i porywcze sądy pochodzą, albo z powierzchownego poznania przedmiotu, albo z zbytecznéj chęci uogólnienia tegoż, albo nie poznajemy całéj rozciągłości, jaką obejmuje lub obejmować może jakie prawo, albo rozszerzamy zanadto jego granicę. Dowodzi tego historya odkrycia prawdziwego układu swiata słonecznego, którego prawa biegów scisły mają związek z odkryciem siły powszechnego ciążenia, Odkrył ją Newton i zlał trzy prawa Keplera w jedno następujące ogólne prawo natury: *Ciała ciążą na siebie, czyli przyciągają się nawzajem, w stosunku prostym mass, i odwrotnym kwadratów z odległości.*

Przez ileż to wieków sądzono, że byt mieszkańców przeciwstopowych jest pojęciem urojoném, ale lepiej zaznajomieni z kształtem kulistym ziemi, z prawem działania siły ciężkości, znajdujemy to bardzo prostém, bardzo naturalném, że ciała samopas puszczone spadają w kierunku linii pionowéj, przechodzącéj przez środek ziemi, i że ziemia wolno zawieszona w przestrzeni, nie ma żadnéj podpory. Dla czego księżyc nie spada na ziemię? jaka jest tego wszystkiego przyczyna? Główną przyczyną tych zjawisk jest siła powszechnego ciążenia, działająca wspólnie z siłą pierwotną ruchu, czyli siłą odśrodkową, podług dopiéro co wskazanego prawa.

Potrzeba było długiego czasu, nim poznano prawa równowagi, zachodzącéj pomiędzy ciałami niebieskiemi; geniusz to dopiéro Newtona odkrył to ciążenie, na odkrycie którego, jak Wolter mówi, naprowadziło go jabłko z drzewa spadające. Następcy Newtona rozwinęli pojęcie o sile powszechnego ciążenia, a to wykryło jéj związek z prawami biegu ciał niebieskich.

Prawa Keplera, odkryte na sześćdziesiąt lat przed Newtonem, były zasadą mozolnéj jego pracy i punktem wyjścia do jego wielkiego odkrycia. Szukał on, jaka siła sprawia zboczenie planety od kierunku linii prostéj, i nadaje jéj drodze kształt ellipsy, któréj jedno ognisko zajmuje środek słońca. Newton uznał, że jedna siła rzutu czyli odśrodkowa zmusza ciało posuwać się w kierunku stycznéj do linii krzywéj, którą opisuje; a druga siła, skierowana do środka słońca, jest siłą przyciągającą planetę, siłą działającą podług powyższego prawa. Jednoczesne działanie tych dwóch sił sprawia, że planeta opisuje około słońca linię elliptyczną.

Dwa piérwsze prawa Keplera, to jest: *że planety opisują ellipsy, w których ognisku spólném znajduje się słońce; i że promienie wodzące planet opisują wycinki elliptyczne proporcyonalne do czasów*, posłużyły Newtonowi do odkrycia powyżéj wysłowionego prawa przyrody. Trzecie znowu prawo Keplera, zamykające *związek, zachodzący pomiędzy czasami całkowitych obiegów planet*

i ich średniémi odległościami od słońca, przekonało Newtona, że przyciąganie słoneczne byłoby jednakowe na wszystkie planety, gdyby ich massy i odległości od słońca były równe

Przyciąganie słoneczne jest tą samą siłą, co siła ciężkości dla ziemi, która jest przyczyną spadku ciał, ich cisnienia i ciężaru, podobnie jak tamto jest przyczyną krążenia planet około słońca.

Kiedy planety ciążą na słońce, to i słońce przyciąga je nawzajem; jedném słowem, *każda cząsteczka materyalna przyciąga drugą, a druga nawzajem pierwszą, podług wyżéj podanego prawa; to jest, wstosunku prostym mass i odwrotnym kwadratów z odległości.*

Newton ustalił tę prawdę, porównywając siłę spadku ciała ku ziemi z siłą i biegem księżyca ziemskiego.

Gdyby na księżyc działała jedna tylko siła piérwotna rzutu czyli odśrodkowa, natenczas biegłby on po linii prostéj, ale on opisuje linią krzywą, musi więc jeszcze inna jaka siła na niego działać, która zbacza go od téj linii

prostéj; siła ta, jak to pokazał Newton, skierowana jest do środka ziemi, i działa w stosunku odwrotnym kwadratów z odległości. Takie samo prawo zachodzi i w działaniu siły ciężkości na ciało ziemskie, jak doświadczenia tego dowiodły; wszystkie zatém badania tego wielkiego geometry przekonywają, że skutkiem jednoczesnego działania dwóch sił, to jest odśrodkowéj i siły ciężkości, jest bieg księżyca po drodze eliptycznéj około ziemi. Newton obrachował, ile stóp księżyc przebiega w piérwszéj sekundzie w kierunku linii łączącéj środek ziemi z środkiem księżyca: obrachował podobnie liczbę odpowiedną dla ciała ziemskiego, i przekonał się, że siła powszechnego ciążenia i ciężkość są jedną i tą samą siłę. W roku 1682 zbogaconą została nauka tą walną prawdą, która jest zasadą mechaniki nieba.

Poprzedzanie punktów równonocnych, kołysanie się osi ziemskiéj, wznoszenie się i opadanie morza, wahanie się księżyca, i wszystkie przeszkody czyli *perturbacye* zachodzące w biegu ciał, do świata słonecznego na-

leżących,, są skutkiém działania siły powszechnego ciążenia, i znajdują w niéj naturalnie swoje tłomaczenie.

Przyciąganie słońca wywiérane na wypukły garb ziemi pod równikiem sprawia poprzedzanie punktów równonocnych; a działanie księżyca na tenże garb sprawia kołysanie się osi ziemskiéj; przypominamy, że dwa te ruchy zowią się także *precessyą* i *nutacyą*.

Dalambert, wielki geometra, wyprowadził te dwa ruchy z attrakcyi powszechnéj; Laplace zaś udokładnił twierdcenie tego geometry.

Nie w pogadance to astronomicznéj można rozwinąć prawo natury, potrzeba do tego znać analizę matematyczną, przynajmniéj tyle, ile jéj wymaga zrozumienie dzieła uczonéj Sommerville.

Ale można jednak przytoczyć wypadki, które wiążą zjawiska biegu ciał niebieskich z tém ogólném prawem, i dla tego podamy tu o tym związku krótką wiadomość.

Jaki jest ciężar słońca? Jaka jego gęstość średnia? Jaka jego massa? są to pytania należące do mechaniki nieba, o których wyobrażenie podamy.

Każde ciało składa się z bardzo drobnych cząsteczek, które fizycy zowią *atomami*: zbiór atomów, składających to ciało, jest to jego *massa*, proporcyonalna do jego *ciężaru*. Przestrzeń, którą ciało zajmuje, jest jego *objętością*. Ciężar ciała podzielony przez objętość daje jego *gęstość*, czyli *ciężar gatunkowy*. I tak, ponieważ cal sześcienny złota czystego waży 19 razy tyle, co taki cal wody, więc złoto jest 19 razy gęstsze od wody; czyli ma massę 19 razy od niéj większą.

Poznawszy znaczenie wyrazów: atomy, massa, ciężar, objętość, gęstość czyli ciężar gatunkowy, przystąpmy do wyznaczenia massy słońca, wyrażonéj przez massę ziemi. Massę tę znajdziemy na zasadzie tej prawdy, *że massy dwóch ciał niebieskich są wstosunku prostym sześcianów z swoich odległości i w stosunku odwrotnym kwadratów z swoich czasów peryodycznych, czyli z czasów do obiegu całkowitych swoich dróg potrzebnych*. Ta prawda posłużyła nietylko do wyznaczenia massy słońca, ale i do wynalezienia mass tych planet, którym towarzyszą księżyce, to jest na

jéj zasadzie obrachowano, oprócz massy słońca, massę Jowisza, Saturna, Urana i Neptuna. Massy zaś Merkurego, planety Wenus i Marsa wyprowadzone zostały z przeszkód, jakich ciała te przez działanie innych na nie planet doznają.

Biorąc massę ziemi za jedność jest:

Massa Merkurego	względem	ziemi	$^1/_{13}$
„ Planety Wenus	„	„	$^1/_{11}$
„ Ziemi	„	„	1
„ Marsa	„	„	$^1/_8$
„ Jowisza	„	„	339
„ Saturna	„	„	102
„ Urana	„	„	14
„ Neptuna	„	„	25
„ Słońca	„	„	355499
„ Księżyca	„	„	$^1/_{81}$

Ciążenie powszechne nietylko zachodzi pomiędzy ciałami należącemi do świata słonecznego, ale zachodzi także pomiędzy gwiazdami podwójnémi, milionami gwiazdeczek, które składają kupki gwiazd, obłoczki i t. d.; działa ono wszędzie podług jednego prawa, które jako ogólne, zowie się *prawem natury*,

a które jest, jak to wyżej powiedziano, następujące: *Ciała przyciągają się nawzajem w stosunku prostym mass i odwrotnym kwadratów z odległości.* Ta jest treść teoryi powszechnego ciążenia, na mocy którój można oprzeć tłomaczenie ruchów, zachodzących nietylko w świecie słonecznym, ale i powszechnym. Mechanika nieba, którój przedmiotem jest dochodzenie praw biegu ciał niebieskich i wyprowadzenie wniosków z tych praw wynikających, doskonali się w miarę doskonalenia się sposobów dostrzegania i analizy matematycznéj, i tu daleko już naukę posunięto; ale mało postąpiliśmy co do poznania budowy fizycznéj ciał niebieskich, ich tworzenia się i odmian, którym podlegają.

Pogadanka 14.

Księżyc. Obieg jego w około ziemi. Jego odmiany światła. Obrót około swojéj osi. Ogólne wyobrażenie o budowie jego fizycznéj.

Czy znacie gwiazdę, o któréjby tyle, czy słusznie lub nie, czy dobrze lub źle, pisano, ile o księżycu? Mniemano dawniéj, że księżyc na losy ludzi wpływ swój wywiéra; że od niego zależą dobre lub złe urodzaje; niszczące epidemie i dziwne sposoby leczenia; tajemnicze stosunki zachodzące pomiędzy odmianami jego światła, a peryodami chorób skórnych; jedném słowém wszystko to zależało od księżyca, cokolwiek wyobraźnia i fantazya mogły wynaleść dziwacznego, nadzwyczajnego, chimerycznego, ukrytego i mistycznego; wszystko to, mówimy, kładziono na karb i wpływ księżyca. A nawet i astrologo-

wie do swoich przepowiedni używali księżyca. Dzięki jednak światłu nauki, że przesądy te zniszczyła.

Jeszcze i dziś znajdujemy w niektórych kalendarzach przepowiednie pogody i słoty, oparte na lunacyach księżyca; ale powiedzmy prawdę, że to są wróżby bezzasadne, od których u nas wolne były kalendarze Gałęzowskiego, póżniej Janickiego, a ostatecznie kalendarze Obserwatoryum Warszawskiego.

Nie wiemy, czy w takich podaniach fizycznych, a raczej metafizycznych jest co prawdziwego? To jednak jest pewną rzeczą, że ci tylko podzielają i wierzą w te przesądy, którzy najmniej badali i dostrzegali przyrodę.

Porzućmy te słabości umysłu ludzkiego i udajmy się drogą prawdy do poznania księżyca. W téj podróży nie wstrzymuje nas odległość księżyca, ponieważ ta wynosi tylko 30 średnic ziemskich, czyli 51800 mil jeograficznych. A że księżyc opisuje ellipsę w około ziemi, więc też ma swój punkt *odziemny* i *przyziemny*, to jest największą i najmniejszą odległość: pierwsza wynosi w punkcie jego *od-*

ziemnym 54644 mil, druga zaś w punkcie *przyziemnym* 48961 mil. Są to odległości środków księżyca i ziemi, z których dochodzi się najmniejsza odległość dwóch punktów na powierzchi ziemi i księżyca, i ta wynosi 47633 mil.

Ostatnia odległość jest drobnostką w porównaniu z odległościami gwiazd; jest to 9 do 10 razy tylko większa długość od równika ziemskiego, i przebieglibyśmy ją koléją żelazną, pociągiem pośpiesznym, w 283 dniach, jadąc dzień i noc; a w ciągu jednego roku, wypoczywając każdego dnia sześć godzin. W pierwszym i drugim przypadku ujeżdżamy na godzinę mil 7, ujeżdżamy piérwszym pociągiem dziennie 168, drugim zaś 126 mil.

Z tego wynika, że nie odległość księżyca od ziemi robi tę podróż niepodobną, ale są inne jeszcze tego powody.

Fontenelle w swojém dziełku „*O wielości światów*,“ rozmawiając z Margrabiną, wzbudził w niéj uśmiéch, gdy jéj mówił o związkach mieszkańców ziemi z mieszkańcami księżyca; o tym jednak związku przekonał ją

w końcu. Przytacza on potém powody, dla których na księżyc podróżować nie możemy, a z tych głównym jest brak na nim wody i powietrza; ponieważ jeżeli księżyc ma swoją atmosferę, to ta, różniąc się bardzo od naszéj, nie jest właściwą do utrzymania życia czło wieka.

Fontenelle nie mówi, w jaki sposób mieszkaniec ziemi zapobiegłby temu brakowi powietrza; nie wspomina o żadnych składach powietrza na téj drodze, do oddychania zdatnego.

Kończąc tę idealną podróż na księżyc, przystępujemy do rzeczywistego jego poznania.

Ze wszystkich ciał niebieskich księżyc jest najbliższym ziemi, a ztąd téż pochodzi, że my budowę jego dokładniéj znamy, aniżeli innych planet.

Wydoskonalone dzisiajsze teleskopy i lunety dają nam poznać obraz wyraźny powierzchni księżyca, a teleskopem Rossego, który powiększa 6000 razy, widziémy księ-

życ tak, jakbysmy go widzieli gołém okiem w odległości tylko ośmiu do dziewięcin mil.

Tarczę księżyca dostrzegamy raz mało co mniejszą od tarczy słońca, drugi raz nieco większą, a sam jego bieg dzienny, od zachodu ku wschodowi, jest 13 prawie razy prędszy aniżeli słońca; dla tego też księżyc przechodzi przez południk o trzy kwadranse przeszło codzień później, gdy tymczasem opóźnienie takie dla słońca wynosi tylko 4 minuty.

Ten bieg opóźniający przejście księżyca przez południk dowodzi, że księżyc obiega ziemię biegiem postępowym w 27 dniach 7 godzinach $43^1/_3$ minutach. Po tym przeciągu czasu środek księżyca po okrążeniu całego nieba powraca do téj samej gwiazdy, i razem z nią przechodzi przez południk: peryod ten zowie się miesiącem *gwiazdowym*. Jeżeli teraz księżyc, zamiast z gwiazdą, porównywać będziemy ze słońcem, i uważać ich przejście razem przez południk; wtedy czas upłyniony między jednem takiém a następném przejściem przez południk środków tych ciał, nazywa się miesiącem *synodycznym*, i ten jest

blizko o 2 dni dłuższy od gwiazdowego; miesiąc ten *synodyczny* wynosi 29 dni 12 godzin $44^{1}/_{20}$ minut, kiedy tymczasem obieg *gwiazdowy* wynosi tylko, jak wyżéj, 27 dni 7 godzin $43^{1}/_{3}$ minuty.

Bieg ten odbywa się podług praw Keplera, to jest po drodze elliptycznéj, którą wykreślić można, mierząc mikrometrem średnicę księżyca, która jest odwrotnie proporcyonalną względem jego odległości. Zachodzi tu także i drugie prawo Keplera, to jest, proporcyonalność wycinków elliptycznych do czasów ną ich przebieżenie łożonych; i tzecie jego prawo, pokazujące, że stosunek pomiędzy kwadratami z całkowitych obiegów i sześcianami z średnich odległości jest ten sam, co i dla innych planet. Przypominamy tu te stosunki, które zachodzą i co do innych ciał niebieskich, a o których w dalszym ciągu mówić będziemy.

Kiedy uważamy, że kształt drogi księżyca jest elliptyczny, to zakładamy, że ziemia, znajdując się w ognisku téj drogi, jest w spoczynku. Ponieważ ziemia opisuje w około słońca

drogę elliptyczną, a z nią razem i księżyc krąży w około słońca; ostatnie znowu w około gwiazdy Alcyony, w Plejadach, więc też księżyc nie opisuje ellipsy, ale linię wężykowatą, którą słusznie jeden z popularnych pisarzy porównał z krzywą, którą tancerka w ulubionéj swojéj polce zakreśla.

Płaszczyzna drogi księżyca nie schodzi się z ekliptyką, ale jest do niéj pochyloną mało co więcéj jak 5 stopni czyli $^1/_{18}$ kąta prostego. Punkta, w których droga ta przecina drogę ziemską, zowią się *węzłami*, i te nie są stałemi, ale cofają się, podobnie jak punkta równonocne, od wschodu na zachód, kończąc ten swój obieg w 18 latach 218 dniach 21 godzinach $22^1/_2$ minutach: jest to *okres Metona*, po upływie którego nowie i pełnie powracają na te same dni miesiąca i ten to okres służył starożytnym do przepowiadania zaćmień słońca i zaćmień księżyca, o których w następującéj pogadance mówić będziemy. W końcu dodamy, że pochyłość drogi księżycowéj jest ciągle zmienna, co wskazuje ruch stożkowy osi jego drogi około osi ekliptyki, a z czego

wynika, że droga księżyca jest krzywą podwójnéj krzywizny, taką jaką naprzykład jest gwint szruby.

Kończąc opis kształtu drogi księżycowéj, zróbmy tę uwagę, że wyrachowana droga elliptyczna księżyca jest bardziéj przedłużoną aniżeli ellipsa ziemska.

Księżyc nie świéci własném światłem, ale pożyczaném od słońca; nie jest zatém gwiazdą, ale planetą drugiego rzędu, która okrąża ziemię, swoją planetę główną, czyli rzędu piérwszego. Dowodem tego faktu są odmiany jego światła, czyli *lunacye*: każdy wié, co to jest *nów*, *pierwsza kwadra*, *pełnia* i *ostatnia kwadra:* każdy zna wzrost tarczy księżyca od wązkiego sierpa do pełnéj tarczy i od niéj do podobnego, ale odwróconego sierpa. Te odmiany światła następują peryodycznie, i kończą się w synodycznym miesiącu.

Dla lepszego poznania położeń księżyca względem ziemi, w jego lunacyach zachodzących, weźmy kulę wyobrażającą księżyc i będąc sami w spoczynku, prośmy, ażeby druga osoba, obchodząc nas ciągle, kulę tę ku nam

skierowaną trzymała, słońce zaś wyobraźmy sobie naprzeciw nas w znacznéj odległości położone; natenczas kulę tę oświécać będzie słońce, ale tylko jednę jéj połowę, kiedy tymczasem druga w ciemności zostawać będzie. My przedstawiamy tu położenie ziemi, a osoba ta druga położenie księżyca.

Uważajmy teraz dobrze na położenia księżyca względem ziemi i słońca, w czasie czterech jego lunacyj. W tym celu prowadźmy w myśli trzy linie, z którychby jedna łączyła środek słońca z środkiem ziemi, druga środek księżyca z środkiem ziemi, a trzecia środek księżyca z środkiem słońca: pierwsza zowie się *linią łączną*, druga *promieniem wodzącym*, a trzecia jest *linją środkową słońca i księżyca*: ta ostatnia może być uważana, jako w każdym punkcie drogi księżycowéj saméj sobie równoległa, a to z powodu wielkiéj odległości księżyca od słońca. Płaszczyzna prostopadła do téj linii przez środek księżyca przechodząca, przecinając księżyc, oddziela stronę jego obróconą do słońca czyli oświéconą, od strony odwróconéj czyli ciem-

nej. Kiedy środek księżyca przyjdzie do linii łącznéj i jest bliższy słońca niż ziemia, mamy natenczas *Nów*, w którym strona jego do ziemi obrócona jest ciemna; wtenczas albo wcale nie widziémy ks iężyca, albo go widziémy, jako tarczę czarną, zasłauiającą słońce i robiącą jego dla nas zaćmienie. Kiedy znowu środek księżyca przyjdzie do linii łącznéj, i dalszy jest od słońca niż ziemia, natenczas jest on w *Pełni*, i wtedy strona obrócona do słońca jest razem ob rócona do ziemi, a zatém jako oświécona st aje się widoczną; widziémy więc księżyc cały ś wiatłem okryty, chyba że cień od środkującéj między słońcem i księżycem ziemi r zucony, padnie na księżyc, i zrobi nam jego zaćmienie. Kiedy zaćmienia słońca nie mogą się trafić tylko w nowiu, a zaćmienia księżyca tylko w pełni, możemy powiedzieć, że nie mogą się trafić tylko na, albo blizko linii łącznéj.

Jeżeli środek księżyca jest od linii łącznéj oddalony o ćwierć okręgu koła, czyli kiedy promień wodzący księżyca przecina pod kątem prostym linią łączną; natenczas księżyc

jest albo *w piérwszéj* albo *ostatniéj kwadrze*, i wtenczas pomimo to, że tylko ćwiartkę oświeconą widziemy, jest rzeczywiście jedna połowa tarczy księżycowéj ciemną, a druga oświeconą.

Kiedy księżyc postępuje od nowiu do pełni, natenczas strona oświecona coraz bardziéj występuje i pokrywa stronę widoczną dotąd, dopóki się zupełnie z sobą obie strony nie znijdą w pełni; a kiedy znowu księżyc postępuje od pełni do nowiu, natenczas strona ciemna stopniami wchodzi, i zakrywa stronę widoczną księżyca dotąd, dopóki znowu obydwie te strony nie znijdą się razem z sobą w nowiu. Wzrost więc ten i ubywanie światła księżycowego zależy od położenia księżyca względem słońca i ziemi, czyli od kąta, który promień wodzący księżyca robi z linią łączną.

Ponieważ od jednéj do drugiéj lunacyi upływa mało co więcéj jak siedm dni, więc przeciąg ten dał początek rachubie czasu na *tygodnie;* obieg synodyczny księżyca dał początek *miesiącom*; obrót dzienny ziemi *dniowi;* a obieg jéj roczny dał początek rachubie

czasu na *lata*; podział zaś na godziny, minuty i sekundy zwyczaj zaprowadził.

W czasie nowiu księżyc wschodzi i zachodzi razem ze słońcem, przechodzi zaś przez południk w południe. W czasie pierwszéj kwadry, gdy księżyc jest na południku, wtedy słońce zachodzi, a wschód księżyca przypada popołudniu, jego zachód o północy. W czasie pełni, księżyc przechodzi o północy przez południe, wschód jego przypada razem z zachodem, a zachód ze wschodem słońca. Nakoniec podczas ostatniej kwadry, księżyc jest na południku, kiedy słońce wschodzi; a wschód jego przypada o północy, zachód zaś w południe.

Każdy dostrzegł to, że księżyc nam zawsze prawie tę samą stronę swojéj tarczy pokazuje. Jakże się o tém przekonywamy? oto, dostrzegając przez małą nawet lunetę jego tarczę, widziémy zawsze te same na niéj prawie plamy. Staranniéjsze postrzeżenia wykrywają pewne wahanie się księżyca, które się jego *libracyą* zowie, i ta jest dwojaka: jedna odbywa się od zachodu na wschód, i zowie się

libracyą w długości; a druga od północy na południe, i ta nazywa się *libracyą w szerokości*; w skutku tego wachania się $^4/_7$ części powierzchni księżyca są dla nas widzialne, a $^3/_7$ części są wiecznie zakryte. Pomijając libracyę zobaczmy, co jest przyczyną ciągłego pokazywania się nam téj samej tarczy.

Przyczyną tego jest, że księżyc nietylko obiega ziemię, ale i obraca się około swojéj osi, i że czas całkowitego obrotu około osi i całkowitego obiegu jest jeden i tenże sam. Sprawdzić to możemy łatwo, jeżeli ustawimy osobę pewną w środku koła, po obwodzie zaś którego posuwać się będziemy tak, ażebyśmy jéj zawsze twarz widzieli, czyli ażebyśmy na siebie oko w oko patrzyli; natenczas obrócimy się raz w tym samym czasie, w jakim cały obieg uskutecznimy. Osoba w środku stojąca wyobraża ziemię, my zaś, obracając się i posuwając po kole, wyobrażamy księżyc.

Dla dokładniejszego poznania tego ruchu uważajmy nadto, że gdyby księżyc miał tylko sam bieg postępowy około ziemi, natenczas widzielibysmy obydwie strony jego powierz-

chni: to jest, jednę od nowiu do pełni, drugą od pełni do nowiu: i plamy, które widziémy zawsze na tych samych miejscach tarczy księżyca, zmieniałyby swoje miejsca, wstępując na stronę dla nas widzialną, i byłyby w różnéj od brzegów téj tarczy odległości, czego niedostrzegamy. Zkąd koniecznie wypada, że księżyc, krążąc około ziemi, obraca się także w około swojéj osi, i że całkowity jeden jego obrót tak długo trwa, jak i jego całkowity obieg w około ziemi: czas ten wynosi, jakeśmy wyżéj powiedzieli, 27 dni 7 godzin $43^{4}/_{5}$ minuty. Przez ten ruch obrotowy zwraca księżyc do ziemi jednę tylko i tę samą stronę swoją odwracając drugą. Oś obrotu księżyca pochylona jest do ekliptyki pod kątem 88 stopni i 37 minut, czyli zbacza od osi téjże ekliptyki o $^{1}/_{65}$ część kąta prostego.

Nim do opisania budowy fizycznéj księżyca przystąpimy, powiedzmy, jak się mieszkańcowi księżyca ziemia nasza wydaje. Widzi on te same odmiany światła, to jest: nów, pierwszą kwadrę, pełnią i ostatnią kwadrę ziemi, i te odpowiadają pełni, ostatniéj kwadrze, no-

wiowi i piérwszéj kwadrze księżyca. Z powodu wielkości ziemi, widzi mieszkaniec księżyca jéj tarczę 13 razy większą, aniżeli my widziémy jego tarczę. Oprócz tego jest dla niego ziemia nieruchomą, a słońce i inne gwiazdy krążą koło niéj. Uważa on tę tarczę, jako lampę zawieszoną w przestrzeni, która się zapala z początkiem dnia, a gaśnie z początkiem nocy.

Dodajmy, że to ma miéjsce tylko dla mieszkańców strony księżyca dla nas widzialnéj.

Światło odbite od powierzchni ziemi, pokrywa księżyc bladem światłém, które się zowie *popielatém*, a które spostrzegamy po nowiu w zachodnéj stronie nieba, nim księżyc dojdzie do piérwszéj kwadry; albowiem późniéj znaczny blask księżyca ćmi to popielate światło.

Kszsałt księżyca nie jest zupełnie kulistym, a ścisłe dostrzeżenia i teorya powszechnego ciążenia wykryły, że kula ta jest nieco wypukłą w kierunku promienia, łączącego jego środek z środkiem ziemi. Srednica księżyca wynosi 468 mil, jego powierzchnia jest 13

razy mniéjsza od powierzchni ziemi, a objętość jest $^1/_{49}$ objętości ziemi. Massa jego jest $^1/_{81}$ massy ziemi; gęstość względem ziemi $^3/_5$, czyli względem wody 3,3. Ciało spada na nim w kierunku pionowym w pierwszéj sekundzie 2,6 stóp, kiedy na ziemi spada z prędkością 15,1 stóp; droga ta na słońcu wynosi $428^1/_4$ stóp.

Ziemia z swoim księżycem tworzy swiat małych wymiarów, dopiero co podanych.

Zobaczmy teraz, co dotąd wiedzą astronomowie o fizycznéj budowie księżyca.

Powierzchnia księżyca, téj przynajmniéj części, która dla nas jest widzialną, pokryta jest wielką liczbą plam, z których niektóre gołém okiem są widzialne. Na téj powierzchni wznoszą się liczne chropowatości, czyli wyniosłości, odznaczające się kształtami: cienie rzucone przez te wyniosłości przekonywają, że powierzchnia księżyca najeżona jest wysokiemi górami.

Bardzo wiele z tych gór są iglicami, i zastanawia każdego to mnóstwo kraterów, czyli kotlin kolistych, formacyi podobnéj do na-

szych wulkanów, ale wymiarów daleko znaczniéjszych; i tak krater *Ptolemeusza* ma średnicę przeszło 24 mil długą. Dno takiéj kotliny zwykle jest niższém od okalającego ją wału.

Dokładne mappy całéj widzialnéj tarczy księżyca i jéj części, rysowane przez Heweliusza, Schroetera, Lohrmana, Maedlera i Schmidta, służą do poznania rozmaitych miéjsc, znajdujących się na jego powierzchni. Scisły wymiar wysokości gór księżycowych pokazał, że te do 27000 stóp dochodzą; i tak iglica *Doerfel* wysoką jest 26400 stóp.

Długie wąwozy, ciągnące się prawie w kierunku prostym, naprowadzają na tę myśl, że są dziełem ręki mieszkańców księżyca; ale wymiary tych równin, wysokości ich ścian, czyli ich głębokości, są przyczyną, dla któréj zarzucono tę myśl. Podobnie sądzić potrzeba o fortecach, miastach i t. d., które Gruithuisen w swoich rozmaitościach rysuje i opisuje. Rozbierać potrzeba z zimną rozwagą takie marzenia, ponieważ te doprowadzićby nas mogły do owéj niedawno pojawionéj wy-

cieczki na księżyc na dwudziestu stopowym teleskopie, którą pewien amerykanin pod nazwą *Johna Herszla* w świat puścił, kiedy ten na przylądku *Dobréj Nadziei* postrzeżenia robił: była to prawdziwa kaczka gazeciarska.

Przystąpmy nakoniec do rozwiązania tego ciekawego pytania: *czy księżyc jesl zamieszkany*? Na to pytanie astronomowie bardzo wątpliwie odpowiadają, ponieważ dostrzeżenia przekonywają, że nie ma na księżycu ani powietrza, ani wody.

Astronomowie dostrzegli, że w czasie zakrycia gwiazdy przez księżyc, promienie jéj światła nie załamują się, tak przy jéj wejsciu za tarczę księżyca, jak i przy jéj wyjściu; na mocy czego wnioskują, że albo nie ma na księżycu powietrza, albo téż jest tak rzadkie, jak powietrze znajdujące się pod dzwonem machiny pneumatycznéj, po dostateczném jego wypompowaniu.

Za brakiem powietrza idzie téż i brak wody, ponieważ przy ciśnieniu tak rzadkiego powietrza woda parowałaby obficie, a tém

samém tworzyłyby się gęste chmury na księżycu, których jednak żadne dotąd spostrzeżenia nie odkryły. Chmury te przedstawiałyby się w kształcie wielkich plam, co nie ma miéjsca; ponieważ my tarczę księżyca widziémy zawsze jednostajnie świécącą, jeżeli ją dostrzegamy w czasie pogodnéj nocy.

Przyznać zatém należy, że jeżeli są na księżycu mieszkańcy i istoty organiczne, to te od nas i ziemskich organicznych istot muszą być różne, dla których powietrze i woda są koniecznémi warunkami życia. Zaprzeczać jednak nie możemy zupełnie bytu mieszkańców i istot organicznych księżycowych, ponieważ nie znamy, jak różną jest przyroda w swoich objawach.

Nie znamy drugiéj strony księżyca, ale pomimo zdań przeciwnych, można wnioskować, że strona jego dla nas niewidzialna podobna jest do téj, którą widziémy.

Pogadanka 15.

Zaćmienia słońca i księżyca.

Otóż jedno z zjawisk dobrze poznanych, i tyle razy przez osoby nieznające nawet astronomii dostrzegane.

Pochodzi to zjawisko od względnego położenia księżyca względem ziemi i słońca i od ich biegu; nadto i ztąd, że każde ciemne ciało kuliste, oświécone od kuli większéj świécącéj, rzuca poza siebie cień ostrokręgowy, tém dłuższy, im się dwa te ciała mniéj co do wielkości różnią, i bardziéj są oddalone, tak dalece że, kiedy dwa te ciała są równe, ostrokrąg ten zamiénia się na walec. Długość zatém cienia zależy od wielkości dwóch ciał, jednego świécącego a drugiego oświéconego, i od ich wzajemnéj odległości.

Oprócz cienia jest także przycień: jest to miéjsce znajdujące się na granicach cienia, do którego nie wszystkie promienie światła dochodzą. Ten przycień, idąc od granicy cienia, słabieje coraz bardziéj, a w końcu ginie.

Ziemia i księżyc, dwa ciała kuliste, oświécone od słońca znacznie od nich większego, rzucają poza siebie cienie ostrokręgowe, których długości łatwo dojść można.

Załóżmy teraz, że jedno z nich wchodzi w cień drugiego w całości lub w części, a natenczas będziemy mieli *zaćmienie całkowite* lub *cząstkowe.*

Będzie to *zaćmienie księżyca,* kiedy księżyc przesuwa się przez cień ziemi.

A znowu *zaćmienie słońca,* kiedy ziemia napotkana jest przez cień księżyca.

Zaćmienia zatém na niebie zależą od tego, że jedno ciało niebieskie wchodzi w cień rzucony przez drugie ciało oświécone. Księżyc i ziemia są ciałami ciemnémi, i będąc oświécone od słońca, rzucają poza siebie cień w kształcie ostrokręgu; cień ten otacza przycień i graniczy z nim. Długość cienia ziemi

przypada pomiędzy 182400 a 188640 mil; długość zaś cienia księżyca zawarta jest pomiędzy 49370 a 51080 mil; widziémy zatém, że długość cienia piérwszego wynosi blizko $3^1/_2$ razy długość cienia drugiego. Powiedzieliśmy dopiéro co, że ile razy cień ziemi księżyc pokrywa, tyle razy mamy zaćmienie księżyca; a ile razy cień księżyca ziemię spotyka, tyle razy mamy zaćmienie słońca, albowiem cień rzucony na ciało oświecone pozbawia go światła. Zaćmienie może być cząstkowe albo całkowite, podług tego jak część tylko, albo całe ciało, jest dla nas zakryte. Zaćmienie słońca może być także *obrączkowe*, kiedy księżyc znajduje się w punkcie odziemnym; cień wtenczas księżyca końcem ziemi tylko dotyka, i na słońcu koronę, czyli pierścień, wykrawa dla tego, że tarcza księżyca jest wtenczas mniéjsza od tarczy słońca.

Ponieważ księżyc i ziemia wtenczas tylko zaćmione być mogą, kiedy znajdują się na linii prostéj ze słońcem, to zdawałoby się, że ich zaćmienia powinnyby przypadać każdéj pełni i każdego nowiu. Byłoby to istotnie,

gdyby droga księżyca nie była pochylona do ekliptyki; ale gdy pochyłość ta jest dosyć znaczną, więc największa liczba pełni przypada nad, albo pod, cieniem ziemi; największa zaś liczba nowiów nad, albo pod, linią łączącą środek słońca z środkiem ziemi, to jest nad, albo pod, słońcem. Wtenczas tylko zaćmienia przypadają, kiedy te odmiany zachodzą na płaszczyznie drogi ziemskiéj, albo blizko niéj, i kiedy się księżyc w samych węzłach, albo blizko nich, znajduje. Gdyby położenie tych węzłów było stałe, to natenczas pewne następstwo w pojawach tych zaćmień pokazałoby się, i następowałyby one po upływie 19tu lat w tych samych dniach roku. Przy znanéj odmianie tych węzłów, przepowiadanie zaćmień jest możebném. Jeżeli starożytni, nie posiadając tablic biegu słońca i księżyca, przepowiadali naprzód zaćmienia, to im posługiwał znany już okres Metona, i jak to historya podaje, wyznaczali oni zaćmienia na tysiące lat naprzód. Pilne dostrzeżenia przekonały ich, że zaćmienia po tym okresie przypadały na te same dnie; dla

tego, że 19 lat słonecznych zawierają 235 miesięcy lunacyjnych ściśle aż do dwóch godzin. Powiedzieliśmy także, że w tym peryodzie i węzły księżyca opisują cały okrąg; widziémy zatém, że w podobnym peryodzie zawarty jest peryod zaćmień, na którym starożytni swoje przepowiadania opiérali. Ponieważ dwa peryody, jeden odmian światła czyli lunacyi księżyca, drugi obiegu jego węzłów, jeden w drugi nie ściśle wpada, to pozostaje zawsze jakaś niepewność rachując podług okresu Metona. Teraz rachują się zaćmienia na zasadzie tablic biegu słońca i księżyca: to jest, biorą się z nich te chwile, w których pełnie i nowie przypadają, i dochodzi się, albo czy odległość kątowa księżyca od ekliptyki jest większa lub mniéjsza od promieńia ostrokręgu cienia; albo czy w czasie nowiów ta odległość jest mniejsza lub większa od promienia tarczy słońca. Tym sposobem dowiadujemy się, w których pełniach i nowiach przypadają zaćmienia księżyca i słońca.

W ogólności przypada w ciągu 18 do 19 lat 70 zaćmień, a z tych 29 księżycowych i 41

słonecznych; nigdy więcéj jak 7 w jednym roku, a najmniéj 2, jak to miało miejsce w roku 1864. Widziemy, że liczba zaćmień księżyca wynosi $^2/_3$ zaćmień słońca; przyczyna téj większéj liczby zaćmień słońca polega na tém, że grubość ostrokręgu opasującego słońce i ziemię, utworzonego obrotem linii stycznéj do obydwóch kul, jest mniejsza za ziemią, jako bliższa wierzchołka cienia, aniżeli w miéjscu pośredniém między ziemią i słońcem; zaczém idzie, że, podczas zaćmienia księżyca, księżyc wchodzi całkowicie lub częściowo w ostrokrąg ciemny, za ziemią położony, nierównie węższy, aniżeli przed ziemią; przeciwnie w czasie zaćmienia słońca, to jest w nowiu, księżyc wchodzi w ostrokrąg jasny grubszy między słońcem i ziemia położony co się częściéj zdarzać zwykło.

Doświadczenie pokazuje, że w pewném miéjscu mniéj pojawia się zaćmień słońca.

Zaćmienia księżyca pojawiają się jednocześnie na całym widnokręgu, dla którego pełnie, mają miéjsce. Zaćmienia zaś słońca widzialne są tylko najwięcéj dla $^1/_4$ części półkuli ziemi

Dla nas zatém większa liczba zaćmień słońca staje się niewidzialną, gdy tymczasem zaćmienie księżyca jest tylko wtenczas niewidzialném, kiedy się na przeciwnéj półkuli znajdujemy; ztąd to pochodzi, że często dla pewnego miejsca cały wiek, a nawet parę wieków, upływa, a jedno się tylko całkowite zaćmienie słońca pojawia.

I tak w północnych Niemczech będzie w tym wieku jedno tylko zaćmienie całkowite słońca dnia 19 Sierpnia 1887 r.

Zaćmienia słońca i księżyca, zwracały nietylko uwagę astronomów ale i ludu, a przesądy do nich przywiązane trwają po części i dotąd. My sami w jakieś tajemnicze uczucie wpadamy, kiedy naraz srebrzyste światło księżyca zamienia się na ciemno popielate lub miedziane. Działanie to na nasz umysł polega nietylko na téj ponuréj ciemności, ale i na pewnych jéj własnościach, różnych kolorach i takich pojawach, które są nawet i dla badacza przyrody ciekawe. Otóż przypatrzmy się téj miedziano czerwonéj tarczy księżyca: nie dziwiłoby nas, gdyby księżyc, w cieniu ziemi

zanurzony, zupełnie swoje światło stracił; to jednak popielate światło, które widziémy często w nowiu, a zawsze przed piérwszą i po ostatniéj kwadrze, mianowicie zaś podczas małego skrawka na początku piérwszéj kwadry i przy końcu ostatniéj, znajduje swoje tłomaczenie w odbiciu jasno oświéconéj ziemi przez słońce, ale to nie tłomaczy czerwonego światła księżyca. Możnaby sądzić o własném z księżyca promieniującém świetle, i w rzeczy saméj sławni astronomowie, jak Herszel, myśleli o tém, kiedy myśl tę ich zniweczyło dostrzeżenie Heweliusza, który przekonał się, że przy wielu zaćmieniach światło to zupełnie znika, i nie widać na niebie tarczy księżyca: mówi on o tém w sprawozdaniu o zaćmieniu księżyca z dnia 25 Kwietnia 1642 r.; to samo potwierdza Maedler w opisie zaćmienia z dnia 10 Czerwca 1816 r. Jedyne wyjaśnienie pozostaje w atmosferze ziemskiéj, która, łamiąc światło, niektóre promienie przesyła, i tarczy księżyca udziela; a to dla tego, że powietrze pochłania wielką część światła słonecznego i rozprasza go we wszystkich kierunkach; to

jednak działanie nie rozciąga się do różnokolorowych promieni, które złożone dają światło białe. Fioletowe promienie głównie się tu zatrzymują, a czerwone najłatwiéj przechodzą.

Z takiéj to przewagi fioletowych promieni pochodzi także i błękit nieba, kiedy czerwoność oświéconych nizkich obłoków pochodzi od czerwonych promieni, niższe warstwy atmosfery przenikających. Te jaśniejsze czerwono różowe miejsca, które na ciemnéj tarczy księżyca widziémy, równie jak i te świetniéjsze punkta, które Herszel za księżycowe wulkany uważał, tłomaczą się przez przerwy gęstszéj atmosferycznéj powłoki, albo przez silniéjsze okazywanie się pojedynczych szczytów wysokich gór księżyca.

Rozmaitsze i bardziéj zajmujące są pojawy, towarzyszące zaćmieniom słońca. Cała przyroda bierze w tém zjawisku nieba swój udział, i uczucie człowieka mimowolnie zajmuje się niém. Szybkie zniknięcie słońca, któremu piękność natury zawdzięczamy, i które jest źródłem całego ziemskiego życia, przestrasza

tych, ktorzy żadnego wyobrażenia o tém zjawisku przyrody nie mają. Nie powinno to zadziwiać, jeżeli ludy nieoświécone uważały zaćmienia za gniéw boski, za sądy straszne, kiedy oni, rozprawiając o końcu świata, domy zamykali, na kolana padali i studnie nakrywali, dla tego, ażeby kapiąca z nieba trucizna wody nie zatruwała. Wszakże jeszcze przed stu kilkunastu laty izba wojenna i dominialna w Królewcu wydała nakaz, ażeby przed przypadającém zaćmieniem bydła na pole nie wyganiano, a w r. 1851 processye w Wiédniu odprawiano, dla odwrócenia całkowitego zaćmienia słońca. O mocy takiego pojawu daje Arago najlepszy obraz: w Perpignan, dnia 9 Lipca 1842 r., zgromadziło się około 20000 ludzi: uczeni, obywatele, wieśniacy i żołnierze, zeszli się dla widzenia całkowitego w południowéj Francyi zaćmienia. Było pomiędzy niémi zapewne bardzo wielu, co zjawisko to uważali za naturalne i obrachować się dające. Na początku zaćmienia ciekawość ich powiększała się coraz bardziéj, a przy okazaniu się małego tylko skrawka na

zachodnim krańcu słońca, powstała wrzawa, hałas; powstał krzyk, bojaźń i ponure, podobne do uderzenia fal morskich, echo, unoszące to mnóstwo nieoświéconego ludu. To echo zwiększało się coraz bardziéj, im wyższym był skrawek oświéconéj tarczy słońca. Nakoniec zginął ten skrawek, zupełna ciemność nastąpiła, i grobowa cichość otaczała, jak się to Arago wyraził, tę fazę pojawu podobną do pendułu astronomicznego zegaru, wyznaczającego przéjścia gwiazd przez południk. Zjawisko to przez swą wspaniałość wzbudziło radość w młodzieży, zawiązało usta plotkarzom i zniszczyło krzyczącą obojętność żołdactwa. W powietrzu panowała cichość, wszystko umilkło.

Przy tak uderzających zjawiskach, które nasz umysł zajmują, tłomaczyć się dają wrażenia okazujące się na zwiérzętach. Ta nagłość pojawu, to nadspodziewane zakrycie napełnia strachem ludzi i zwiérzęta. Widziéć można ptaki bez przytomności latające i z tęschnotą swoje gniazda opuszczające, mrówki pracować przestają, konie w koło głowami się usta-

wiają, woły rogami naprzód, psy wyją; rośliny schylają swoje korony kwiatowe, nocne otwiérają swoje kwiaty. Ten chwilowy udział w takim pojawie przyczynia się do tego, że serce ludzkie staje się czulszém na wspaniałość tego zjawiska.

Doświadczenie nauczyło, że daleko więcej widziémy zaćmień cząstkowych, ale te nie nastręczają tyle uderzających pojawów. Może być połowa, a nawet dwie trzecie części tarczy słonecznéj zakryte, a to nic zmieni fizyonomii nieba, nie sprowadzi ciemności, ani termometr nie opadnie. Tylko, kiedy cień okrągłolistnych drzew uważać będziemy, wtenczas się widoczne i zajmujące działanie cząstkowego zaćmienia okazuje. Ten cień pokazuje się z początku okrągły, a potém elliptyczny, i igra z sobą, jak wiatr liść poruszający. Podczas cząstkowego zaćmienia, miéjsca te przybiérają kształt zaćmionéj tarczy słońca, postać elliptycznych sierpów.

Gdy zaćmienie jest dziewięcio lub dziesięcio calowe, natenczas i towarzyszące pojawy są wyraźniéjsze. Niebo pogodne zaciąga się

lekko kolorem szarym, a obłoki zielonkowatym; oświetlenie ziemskich przedmiotów coraz słabieje, jednak nie równa się wieczornemu zmrokowi; światło i cień są ostrzéj odgraniczone, kiedy się w czasie zmierzchu razem zléwają. Ciepło się zmniéjsza, chłodny powiéw wiatru, zwany *wiatrem zaćmienia*, powiéwa wkierunku postępującego zaćmienia. Im bardziéj zaćmienie zbliża się do całkowitego, tém mocniéj pojawy te okazują się, a przy jedynastocalowém zaćmieniu musiémy już w pokoju świéce zapalać.

Chcemy mieć obraz tych pojawów w czasie całkowitego zaćmienia słońca, to udajmy się na wyniosły pagórek. Skierujmy oko na zachód, a przedstawi nam się oćmiony krajobraz. Olbrzymim krokiem widzieć będziemy posuwający się czarny cień księżyca, gwiazdy większe stają się widzialne, pojedyncze miéjsca na niebie przybierają kolor szarawożółty i bardziéj w kolor czerwony, aniżeli w purpurowy, wpadają. W chwili gdy cień księżyca zajął swoje stanowisko opromienia słoń-

ce korona jasna, biała, a nawet na brzegu słońca wznoszą się czerwone, ogniste wyskoki.

Kiedy teraz znowu piérwszy promyk słońca wraca, powraca też wszystko do zwykłego stanu; korona i wyskoki znikają, gwiazdy gasną i jasność wzrasta daleko prędzéj, aniżeli się ciemność powiększała.

Pan Prażmowski, wówczas starszy Adjunkt przy Obserwatoryum Warszawskiem, dostrzegał starannie, podczas swojego pobytu w Hiszpanii, całkowite zaćmienie r. 1860, w tym głównym zamierze, ażeby oznaczył rodzaj światła korony i wyskoków, pojawiających się podczas takiego zaćmienia. Wiadomém było, że światło korony jest polaryzowaném, ale nie wiedziano z pewnością kierunku téj polaryzacyi. Co do wyskoków, które się rzucają na koronę, nie oddzielono tak dalece ich światła, ażeby to mogło być dokładnie analizowaném; uczony ten jednak uznał, że światło korony jest dodatnie spolaryzowaném; światło zaś wyskoków jest światłem zwyczajném [1]).

---

[1]) Zobacz dodatek czwarty.

Z tych dostrzeżeń Pan Prażmowski wyprowadził niektóre wnioski: i tak polaryzacya korony, dowodzi podług niego, że światło to pochodzi od słońca, i że jest światłem odbitém; polaryzacya ta bardzo żywa, wyraźna, dowodzi zarazem, że cząsteczki gazowe, o które się to światło odbija, przesyłają nam go pod kątem największym polaryzacyi; dla gazów kąt ten wynosi 45 stopni, a ztąd ażeby światło odbiło się pod tym kątem, potrzeba ażeby molekule gazowe znajdowały się blizko słońca. Zdaje się, że atmosfora słoneczna czyni temu warunkowi zadosyć.

Wyskoki czerwone nie przesyłają światła polaryzowanego, ale tylko zwyczajne, które się nam, jak ogniste chmury, przedstawia.

Z przyjemnością wspominamy tu, że rodak nasz położył na tém polu swoje zasługi i otworzył drogę do dokładniéjszego zbadania fizycznéj budowy słońca.

Pogadanka 16.

Planety dólne Merkury i Wenus.

Jeżeli w kierunku drogi od ziemi ku słońcu podróżować będziemy, to napotkamy naprzód planetę Wenus, a potém Merkurego; są to planety dólne, ponieważ ich drogi obéjmuje droga ziemska.

Merkurego odległość średnia od słońca wynosi przeszło 8005500 mil, a od ziemi najmniejsza przeszło 6359800, największa zas przeszło 9653200 mil.

Znali go wprawdzie starożytni, ale go źle znali, ponieważ brali go za dwie gwiazdy, z których jednę nazywali *Apollinem*, drugą *Merkurym*.

Przyczynę tego zamięszania łatwo wytłomaczyć można:

W dwóch różnych epokach Merkury zachodzi w krótce po słońcu, późniéj oddala się

od niego na wschód i zachód, i to oddalanie się wynosi od 16 do 20 stopni.

Zanurzony będąc ciągle w promieniach słonecznych, trudno go dojrzéć można, a ztąd pojmujemy ten żal Kopernika, który do grobu wstępując, wykrzyknął „O Boże, pokaż mi Merkurego" i to napomnienie Keplera, że ten napróżno traci czas, kto Merkurego chce zobaczyć. Dzięki lunetom i teleskopom, któremi tę drobną planetę tak, jak każdą inną gwiazdę, spostrzegać możemy.

Merkury ma takie same odmiany światła, jakie nam księżyc przedstawia, dla tego że słońce oświeca tę planetę wróżnych jéj położeniach względem niego.

Ponieważ droga ziemska obéjmuje drogę Merkurego, więc téż Merkury ma dwa złączenia, dólne i górne, a za to żadnéj przeciwległości, i rzuca swój cień w pewnych peryodach na tarczę słońca, jak punkt czarny: jest to wtenczas *przejście Merkurego przed tarczą słońca*, i miałoby to miéjsce w każdém złączeniu dólném, gdyby droga Merkurego schodziła się z drogą pozorną słońca; ale ponie-

waż ta jest pochyloną do ekliptyki, a zatém zjawisko to w pewnych tylko latach następuje, i to w węzłach lub blizko nich. Ostatnie przejście miało miéjsce dnia 11 Listopada 1861, a przyszłe przypadnie dnia 5 Listopada 1868 roku.

Merkury, jak wiadomo, jest planetą drobną: średnica jego wynosi 671 mil, powierzchnia jego jest $^1/_7$ powierzchni ziemi, a objętość $^1/_{17}$ jéj objętości. Obiega on słońce w 87 dniach 23 godzinach $15^3/_4$ minutach na płaszczyznie pochylonéj do ekliptyki pod kątem 7 stopni $13^1/_3$ sekundy; kończy on obrót w około swojéj osi w 24 godzinach i 5 minutach. Swiatło i ciepło jest 7 razy silniéjsze, niż na ziemi; ciężar jednego funta waży na nim $^{12}/_{25}$ czyli blizko pół funta, a ciało spada na nim w piérwszéj sekundzie $7^1/_5$ stóp. Nakoniec powraca on do tego samego położenia względem słońca i ziemi, po upływie 115 dni 21 godzin: jest to jego *obieg synodyczny*.

Merkury ma sobie właściwą atmosferę i na nim znajdują się smugi ciemniéjsze od tła jego tarczy. Dostrzeżona na jego powierzchni

bardzo wysoka góra posłużyła do wyznaczenia czasu jego dziennego obrotu.

Spłaszczenie jego drogi, czyli mimośród, jest bardzo znaczne; wynosi ono $^1/_5$ część połowy osi wielkiéj jego drogi; a ztąd też teorya jego biegu jest trudna; teoryą tą zajmował się uczony astronom Leverrier, Dyrektor dostrzegalni Paryzkiéj.

Przejdźmy z porządku do opisania planety Wenus.

Odległość téj planety od słońca wynosi blizko 14960200 mil, od ziemi odległość najmniéjsza jest blizko 5073200, a największa przeszło 36091400 mil.

Znali tę planetę starożytni i uważali ją za dwie gwiazdy, które nazywali *Lucifer* i *Hesperus*, czyli gwiazdą *poranną* i *wieczorną*. Oddalanie się jéj od słońca na wschód i zachód słońca wynosi 48 stopni.

Wenus ma takie same odmiany swiatła, jak księżyc, a najżywsze jéj światło wraca co lat ośm.

Średnica planety Wenus wynosi 1717 mil, a powierzchnia jéj i objętość są prawie równe

ziemi. Obiega ona słońce w 224 dniach 16 godzinach i 49 minutach; a obieg jéj synodyczny wynosi 583 dni i 22 godzin. Massa planety Wenus mało co się różni od massy ziemi: światło jéj i ciepło są blizko dwa razy większe, jak na ziemi: ciężar jednego funta na ziemi równa się $^{3}/_{10}$ funta na planecie Wenus, a ciało spada w piérwszéj sekundzie $13^{3}/_{5}$ stóp.

Przejścia jéj przed tarczą słońca posłużyły do dokładnego wyznaczenia odległości ziemi od słońca: dwa następujące przejścia będą miały miéjsca w latach 1874 i 1882.

Obrót dzienny planety Wenus wynosi 23 godzin $21^{1}/_{3}$ minut, a droga jéj jest pochylona do ekliptyki pod kątem 3 stopnie $23^{1}/_{2}$ minut.

Co do budowy fizycznéj planety Wenus, ta bardzo podobną jest do budowy ziemskiéj; atmosfera jéj jest mglista, niebo chmurami pokryte; oblewają ją oceany, i prawdopodobnie znajdują się na niéj istoty organiczne podobne do naszych.

Pogadanka 17.

Mars. Planetoidy. Świat Jowiszowy.

Nasza podróż po świecie słonecznym z ziemi na Wenus i Merkurego, a teraz na Marsa jest bardzo podobną do wycieczek wakacyjnych. Zdaje się, że prościéj byłoby udać się najprzód na Neptuna, a ztamtąd dopiéro z powrotem na każdą planetę i każdy księżyc; ale przez to pozbawilibyśmy się porównań, jakie robić będziemy pomiędzy planetami górnemi i dólnemi.

Następstwo dni i nocy, ich różna długość w różnych epokach roku i w różnych miéjscach, pory roku, zmiana temperatury, będąca skutkiem różnego nachylenia promieni słonecznych do poziomu oznaczonego miéjsca, i odniesiona do słońca, są to zjawiska mające ścisły związek z obrotem dziennym ziemi, z jéj rocznym biegiem i pochyłością osi ziemskiéj do ekliptyki. A zatém, jeżeli chcemy

poznać im odpowiedne na Merkurym, na planecie Wenus i innych planetach, potrzeba je stosownie zmieniać podług danych wyciągniętych z dostrzeżeń i liczb, które mierzą czas ich obrotu, czas ich obiegu, położenie ich osi, i odległość od słońca i ziemi.

Jest rzeczą niełatwą dojść do rozwiązania tego pytania, czy na innych planetach i księżycach znajdują się jestestwa organiczne, tém bardziéj, gdy do tych danych dołączymy to wszystko, co dotąd pewnego lub prawdopodobnego o budowie fizycznéj tych planet i księżyców wiémy. Niewątpimy, że czytelnicy znajdą tu zajęcie dla swojéj imaginacyi, unoszącéj się nad obszerném polem przypuszczeń: że marzyć będą o budowie światów, tyle do naszéj ziemi podobnych.

Po tych uwagach przejdźmy do opisania *Marsa.*

Planeta ta znajduje się w najprzyjaźniéjszych okolicznościach co do wykrycia jéj budowy fizycznéj.

Merkury i Wenus, będąc bardzo zbliżone do słońca, trudne są do dostrzegania z przy-

czyny mocnego bardzo światła słonecznego: rzecz jednak inaczéj się ma co do Marsa. którego droga obéjmuje drogę ziemską, i mieści na sobie szereg położeń, w których planeta ta znajduje się w przeciwległościach względem słońca, i zarazem jest do nas najbardziéj zbliżoną.

Mars jest z planet górnych najbliższy ziemi: odległość jego od ziemi najmniéjsza wynosi blizko 7545500, największa 5548500 mil; średnia zaś jego odległość od słońca wynosi blizko 31700000. Odległości te są jednak bardzo zmienne z przyczyny wielkiego mimośrodu jego drogi i różnych położeń względem słońca i ziemi.

Droga Marsa, podobnie jak innych planet, jest elliptyczną, i tak dalece spłaszczoną, że różnica pomiędzy jéj najmniejszą i największą odległością od słońca wynosi 5877668 mil; płaszczyzna jego drogi pochylona jest do ekliptyki pod kątem 1 stopień $51^{1}/_{10}$ minut.

Obieg gwiazdowy Marsa w około słońca wynosi blizko 687 dni, czyli ściśléj rok 1 dni 321 godzin 17 minut $30^{5}/_{12}$, a obieg jego synodyczny 780 dni.

W biegu Marsa zachodzą dwa główne położenia względem słońca i ziemi: jedno, kiedy trzy te ciała leżą na jednéj linii prostéj, a ziemia pomiędzy słońcem i Marsem: drugie znowu, kiedy Mars leży poza słońcem. Piérwsze zowie się *przeciwległością*, drugie *złączeniem*. Mars wydaje się nam w spoczynku przez niejaki czas przed i po przeciwległości, i oddala się od słońca na wschód i zachód o łuk wynoszący 73 stopnie.

Czas obrotu około osi wynosi 24 godzin $37^1/_3$ minut. Massa jego jest półósma razy mniéjsza od massy ziemi; średnica 922 mil, powierzchnia jego jest blizko $^1/_4$ części powierzchni ziemi, a objętosć jest 7 razy mniéjsza od ziemi. Ciężar gatunkowy względem ziemi równa 0,942, czyli względem wody 5,21; światło i ciepło 0,43 względem swiatła i ciepła na ziemi; ciężar jednego funta na ziemi odpowiada $^1/_2$ funta na Marsie, a ciało spada w piérwszéj sekundzie $7^2/_5$ stóp.

Zwróćmy teraz naszą uwagę na jego budowę fizyczną. Swiatło Marsa jest koloru czerwonego, w różowy wpadającego.

Mars nie świeci własném światłém, ale tak jak inne planety, pożyczaném od słońca; ma odmiany światła, które najwyraźniéj w kwadrach widzieć można. W tenczas to jego tarczę nie łuk koła, ale łuk elliptyczny ogranicza.

Powierzchnię jego pokrywa mnóstwo plam, które posłużyły do oznaczenia czasu jego obrotu. Plamy te są zielonkowate, co jest kontrastem z jego kolorem czerwonawym. Równik jego dzieli go na dwie półkule, na kórych plamy niejednakowo są rozłożone.

Kąt, jaki czyni oś jego obrotu z płaszczyzną jego drogi, wynosi prawie $^3/_4$ kąta prostego: jest to fakt ważny, z którego wynika podział jego roku na cztéry pory podobne do naszych; różnica jednak jest znaczna, ponieważ pory te są blizko dwa razy dłuższe od naszych: na jego półkuli północnéj są one nierówne tak, że wiosna i lato trwają dni 372, kiedy jesień i zima trwa 296 dni; na półkuli południowéj przeciwnie, wiosna i lato trwają 296 dni, a jesień i zima 372 dni.

Niezależnie od tych plam, o których wyżéj mówiliśmy, dostrzegamy przy jego biegunach wielkie plamy, które prawdopodobnie są lodami. Plamy takie dostrzegł Professor *Philips* z Oksfordu; widział on, mówi on, na Marsie rysujące się lodowiny, podobne do znajdujących się na naszéj ziemi, oraz wielką massę wody pod jego równikiem, błyszczącą w kształcie pasa zielonego, a wśród tego prawdopodobnie oceanu, wznoszącą się wyspę koloru czerwonego. taką jak jest i reszta znajdującego się na nim lądu. Lody te gromadzą się peryodycznie około każdego jego bieguna.

Biegun południowy bardziéj jest oświetlony, aniżeli północny, co także stanowi podobieństwo do ziemi. Wiadomo albowiem, że lody pokrywają większą część w około bieguna południowego, aniżeli w około bieguna północnego; biegun zatém południowy ziemi jest bardziéj świetlny aniżeli północny, i takim go wrzeczy saméj powinni widzieć mieszkańcy innych światów.

Atmosfera oblewa tę planetę, a chociaż jéj skład może być różny od składu naszego powietrza, to jednak pewna, że w atmosferze téj paruje woda. Lód i śnieg świadczą, że na Marsie znajduje się woda.

Dodajmy, że Mars nie ma żadnego księżyca.

Nim do opisania olbrzymiego Jowisza przystąpimy, przytoczymy rzecz o *planetoidach*.

Piérwszą planetoidę odkrył Piazzi d. 1 Stycznia 1801 r. i ta zowie się *Ceres*; *Pallas*, *Juno* i *Westa* w kilku latach po sobie następowały, a ostatnia r. 1807. Do roku 1845 znane były tylko te cztéry planetoidy, ale od roku tego aż do bieżącego odkryto ich jeszcze 96 i nie było roku, w którymby jednę lub więcéj planetoid niedostrzeżono. Planetoidy krążą pomiędzy Marsem i Jowiszem; z nich *Aryadna* jest najbliższą słońca, odległość jéj wynosi 45480500 mil, a obieg jéj 1198 dni: najdalsza jest *Eufrozyna*, odległość jéj wynosi przeszło 65276700 mil, a obieg 2048 dni. Przedział pomiędzy Marsem a Jowiszem wynosi przeszło 75 milionów mil: z tych 20 mi-

lionów mil zajmuje pas, w którym dotąd planetoidy krążą.

Olbers przypuszczał, że planetoidy są to rozbitki jednéj większéj planety w odległości od słońca, którą wskazywało prawo tychże odległości, ale się przypuszczenie to nie utrzymało. Trudno jednak zaprzeczyć, ażeby te 100 planetoid nie miały spólnego początku. Nie wiele wiémy o ich budowie fizycznéj, czas jednak i pilne dostrzeżenia wykryją takową. Z porządku następuje *Jowisz*.

Średnica Jowisza wynosi 20018 mil, powierzchnia jego jest 125 razy większa od powierzchni ziemi, a objętość 1491 razy większa od jéj objętości.

Odległość jego średnia od słońca wynosi przeszło 107605300, odległość zaś jego od ziemi najmniéjsza mało co więcéj, jak 81386900 mil, a największa blizko 133823700 mil. Czas obrotu około osi wynosi tylko 9 godzin $55^5/_{12}$ minut; czas zaś obiegu 4332 dni 14 godzin $2^4/_{10}$ minut, czyli 11 lat 314 dni 20 godzin i $2^4/_{10}$ minut, a obieg synodyczny

398 dni 22 godzin. Droga jego robi z ekliptyką kąt równy 1 stopniowi $18\frac{2}{3}$ minut.

Massa Jowisza jest 339 razy większa od massy ziemi, gęstość wynosi blizko $\frac{1}{4}$ gęstości ziemi, a $1\frac{1}{3}$ gęstości wody. Światło i ciepło jest tylko $\frac{1}{27}$ światła i ciepła na ziemi. Ciężar jednego funta na ziemi odpowiada $2\frac{1}{2}$ funta na Jowiszu, a ciało spada na nim w pierwszéj sekundzie 37 stóp.

O rozpołożeniu lądów i wód na Jowiszu mało co, i to przypuszczalnie tylko, wiémy; toż samo i o jego klimatach.

Pasy i smugi ciemne i nieruchome, po długim dopiéro czasie zmiéniające kształt i położenie, pokrywają tarczę Jowisza, która, przez lunetę dostrzegana, jest koloru żółtawego. Szczególne punkta i plamy, znajdujące się na tych pasach, posłużyły do przekonania się o jego obrocie około osi, i do oznaczenia prędkości tego obrotu, która dwa i pół razy jest większa od prędkości obrotu dziennego ziemi.

W założeniu że Jowisz był początkowo w stanie płynnym, to oczywistem jest, że tak znaczny obrót spłaszczył go znacznie, i rzeczywiście spłaszczenie to wynosi $^1/_{13}$, gdy tymczasem ziemi jest $^1/_{300}$, to jest 23 razy mniéjsze; spłaszczeń Merkurego i planety Wenus nie znamy, a Marsa wynosi $^1/_{16}$.

Zmiana pór roku jest bardzo słabą, to samo i zmiana długości dnia i nocy: przyczyną dwóch tych zjawisk jest, że droga Jowisza mało jest pochyloną do jego równika. Oś obrotu jest prawie prostopadłą do płaszczyzny jego drogi, a ztąd słońce wyniesione jest przez cały dzień gwiazdowy bardzo mało nad poziomem. Pory roku są 12 razy prawie dłuższe, aniżeli na ziemi, a to dla tego, że obieg gwiazdowy Jowisza wynosi blisko 12 lat.

Jest rzeczą pewną, że Jowisz ma atmosferę, na mocy któréj tłomaczą się zmiany niektórych plam, znajdujących się na jego tarczy, a które przez to uczyniły wątpliwym czas jego obrotu w około osi. Smugi ciemne

są to części atmosfery bardziéj przezroczyste, przez które nawet tło Jowisza widzieć można; części znowu jasne są to warstwy obłoków, unoszących się nad tém tłem. Obrót znaczny podzielił te obłoki, blizko równika, na drobniéjsze pasy, a to przemawia za panującemi tam wiatrami peryodycznémi.

Jowisz nie krąży samotnie około słońca, ale towarzyszą mu cztéry księżyce, dosyć znaczne, posłuszne sile ciążenia, wywieranéj na nie przez Jowisza.

Światem tym rządzą te same prawa Keplera, które są wynikiem prawa przyrody, czyli Newtona.

Planeta ta, gołém okiem widziana, błyszczy jak gwiazda piérwszéj wielkości, czasami jak sama Wenus. Twierdzą, że wtenczas przedmioty od Jowisza oświécone rzucają poza siebie cień, które to zjawisko jest pewne co do planety Wenus, wątpliwe zaś co do Jowisza.

Księżyce te wchodzą często w cień Jowisza i zaćmienia takie posłużyły do wyznaczenia prędkości światła.

Odległości tych czterech księżyców od głównéj planety są następujące: 58294, 92824, 148078, 260450 mil, a czasy ich obiegów wynoszą: piérwszego 1 dzień 18½ godzin, drugiego 3 dni 13¼ godzin, trzeciego 7 dni 3¾ godzin, a czwartego 16 dni 16½ godzin.

Pogadanka 18.

Swiat Saturna. Uran i Neptun.

W odległości słońca prawie półdziesiąta razy większéj jak ziemia, krąży ruchem powolnym w około słońca Saturn, starożytnym znany. Okiem gołem widzialny, świéci jak gwiazda piérwszéj wielkości, ale światło to jest spokojne, niedrżące.

Dostrzegając go lunetą średniéj mocy, widziémy jego tarczę koloru pomarańczowego, barwy trochę ołowianéj i z dwoma bocznémi uchami. Luneta wielkiej mocy odsłania nam pierścień, opasujący Saturna, a jak dalsze poszukiwania okazały, opasują go trzy lub pięć pierścieni. Ośm księżyców, niejednakowo od środka Saturna odległych, krąży około niego, w kierunkach równoległych do płaszczyzny pierścienia, oddalając się z jednéj i z drugiéj

strony do pewnéj stałéj odległości. Jest to świat dla nas zupełnie nowy.

Droga Saturna jest elliptyczną, jéj połowa osi wielkiéj, czyli średnia jego odległość od słońca, wynosi przeszło 197285600 mil. Saturn oddalony jest od ziemi o 229568100 mil, a najbliżéj znajduje się niéj w odległości 165303140 mil. Średnica Saturna ma 16305 mil, powierzchnia jego jest $90^{1}/_{4}$ razy większa od powierzchni ziemi, a objętość 772 razy większa od jéj objętości. Obrót jego około osi trwa $10^{1}/_{2}$ godzin, a czas obiegu gwiazdowego wynosi 10759 dni 5 godzin $16^{1}/_{3}$ minut, czyli 29 lat 166 dni 23 godzin $16^{1}/_{3}$ minut; obieg jego synodyczny wynosi 378 dni 2 godzin. Droga jego pochylona jest do ekliptyki pod kątem 2 stopnie $29^{1}/_{2}$ minut.

Massa Saturna jest 102 razy większa od massy ziemi; gęstość jest blizko $^{1}/_{7}$ gęstości ziemi, czyli $^{3}/_{4}$ gęstości wody. Światło i ciepło na nim jest tylko $^{1}/_{100}$ światła i ciepła na ziemi. Ciężar jednego funta na ziemi wynosi na Saturnie $1^{1}/_{10}$ funta, a ciało spada na nim w piérwszéj sekundzie 16,5 stopy.

Światło Saturna nie jest jego własném, pierścień rzuca cień swój na niego i podobnie on rzuca swój cień na pierścień, co dowodzi, że nie tylko Saturn, ale i jego pierścień, są ciałami ciemnémi.

Saturn znany był starożytnym, ale dopiéro przed 250 laty Galileusz odkrył jego pierścień przez swoją lunetę: zadziwił go widok pierścienia, i to co mu się pierwéj jak dwa ucha wydawało, widział teraz kształtu elliptycznego, widział obręcz, opasującą tę planetę.

Hugens w 50 lat późniéj przekonał dopiéro, że Saturna otacza rzeczywiście pierścień płaski i wązki, nie dotykający się w żadnym punkcie jego powierzchni, a późniéjsze dostrzeżenia dały poznać drugi i dalsze.

Średnica zewnętrzna pierścienia zewnętrznego wynosi. . . . . . . 37587 mil.

Średnica wewnętrzna pierścienia zewnętrznego wynosi. . . . . . . 33732 mil.

Przestwór pomiędzy pierścieniem zewnętrznym i wewnętrznym. . . 387 mil.

Srednica zewnętrzna pierścienia wewnętrznego wynosi. . . . . . 32958 mil.
Srednica wewnętrzna pierścienia wewnętrznego wynosi. . . . . . 25492 mil.
Przestrzeń przez te pierścienie zajęta razem z przestworem. . . . 6046 mil.
Z niéj przypada:
na szerokość pierś. zewnętrzn. 1927 mil.
na przestwór pierś. wewnętrzn. 387 mil.
na szerokość pierś. wewnętrzn. 3733 mil.
Odległość powierzchni wewnętrznéj pierścienia wewnętrznego od powierzchni Saturna wynosi. . . . . 4594 mil.
Mimośrod pierścienia wynosi około 200 mil.
Laplace dowiódł, że pierścień Saturna obraca się około osi, podobnie jak sam Saturn, i kończy swój obrót w tym samym prawie czasie, co i on.

Nie jest to jeszcze wszystko: Saturn ma, oprócz pierścieni, ośm księżyców, z których najbliższy oddalony jest od jego środka o 25600 mil, a najdalszy o 524686 mil; piérwszy obiega główną planetę w 227 godzinach, ostatni zaś w 79 dniach i 22 godzinach.

Saturn jest znacznie spłaszczony z przyczyny prędkiego obrotu, a spłaszczenie to wynosi $^1/_{11}$ część spłaszczenia ziemi.

Nim zakończymy rzecz o świecie Saturnowym, zwrócić winniśmy uwagę czytelników na plamy, które się na tarczy Saturna znajdują, na te pasy i smugi, podobne do Jowiszowych, na plamy białawe przy jego biegunach, świadczące o lodach i śniegach, które się tam znajdują.

W miarę jak zapuszczamy oko nasze uzbrojone w niebo, poznajemy coraz więcéj światów, coraz więcéj szczegółów co do ich budowy fizycznéj, coraz inne położenia i biegi, i w tych coraz większych odległościach widziémy zachowane prawa te same, które naszą ziemią rządzą, a których nas mechanika nieba uczy.

Dobiegamy naszego kresu, dwie tylko jeszcze w świecie planetarnym, starożytnym nieznane, mamy poznać planety, a temi są Uran i Neptun.

Uran, widziany gołém okiem, błyszczy jak gwiazda szóstej wielkości, a jednak średnica

jego wynosi 7866 mil, powierzchnia jego jest 19 razy większa od powierzchni ziemi, a objętość 87 razy większa od jéj objętości. Ginie ta wielkość w téj znacznéj odległości od słońca, wynoszącéj średnio 396736500 mil; najmniéjsza zaś jego odległość od ziemi równa się przeszło 357219000 mil, a największa przeszło 436253900 mil.

Uran nadzwyczaj powoli krąży około słońca, i dla tego téż czas jego obiegu gwiazdowego wynosi 30686 dni 19 godzin i $41^3/_5$ minut, czyli 84 lat 20 dni 19 godzin i $41^3/_5$ obieg zaś synodyczny wynosi 369 dni 16 godzin. Droga jego jest pochylona do ekliptyki pod kątem $46^1/_2$ minut.

Massa Urana jest 14 razy większa od massy ziemi, gęstość jego jest $^1/_6$ gęstości ziemi, czyli $1^1/_3$ gęstości wody. Swiatło i ciepło są tam tylko $^1/_{333}$ częścią światła i ciepła ziemi. Ciężar jednego funta na ziemi waży na Uranie $^3/_4$ funta, a ciało spada na nim w pierwszéj sekundzie $11^1/_2$ stopy.

Czy Uran obraca się około osi? Wnioskując przez analogię, obrót ten ma zapewne

miéjsce, ale czas jego jest nieznany, równie jak i spłaszczenie samego Urana.

W około Urana krąży ośm księżyców, z których cztéry tylko otrzymały swoje nazwiska, i pierwiastki ich są znane; inne, jako raz tylko widziane, są wątpliwe.

Wilchelm Herszel odkrył tę planetę, dnia 31 Marca 1781 r., wśród gwiazd znajdujących się w konstellacyi Bliźniąt, a przez to rozszérzył znajomość naszą świata słonecznego o 230 milionów mil przeszło.

Kończymy nasze opowiadanie o planetach, a oddalając się jeszcze o 223 milionów mil, natrafiamy tu, gdzie światło słońca tysiąc razy słabiéj świéci, gdzie umiejętność swoje światło rozpromieniła, tu wstępujemy na pole zasłane wzniosłémi i wielkiémi czynami wszystkich wieków, na pole uswięcóne tryumfem ludzkiéj wiedzy.

Swiat ten zowie się *Neptunem.* Zawieszony w ciemnościach, zbadany został przez dwóch astronomów: przez Leverriego z piórem w ręku i Gallego, oddającego jemu palmę zwy-

ciężtwa, który, uzbrojony w dzielny refraktor, pokazał mu go na niebie.

Neptun, oddalony średnio od słońca przeszło 621272000 mil, świéci jak gwiazda 8 wielkości i pokazuje swoją tarczę pod kącikiem 2"7. Ta pozorna wielkość daje następujące wypadki: średnica Neptuna równa się 8300 mil; powierzchnia jego jest blizka $22\frac{1}{2}$ razy większa od powierzchni ziemi, a objętość jest 110 razy większa od objętości ziemi. Massa jego jest 25 razy większa od massy ziemi; gęstość jego wynosi $\frac{1}{4}$ gęstości ziemi, czyli $1\frac{2}{5}$ gęstości wody. Kończy on swój obieg w 164 latach 216 dniach 9 godzinach i 46 minutach. Na jego drodze towarzyszy mu księżyc odkryty przez Lassella w Liwerpolu, za pomocą dwudziesto stopowego teleskopu, w Sierpniu r. 1847, a Struve i Bond stwierdzili jego byt; trzy lata późniéj sądził Lassell, że odkrył drugi jego księżyc, ale rzecz ta, niczém jeszcze niestwierdzona, zupełnéj wątpliwości ulega.

Nie te to liczbowe wypadki robią ważném odkrycie Neptuna, inny tu drogoskaz odsłania potęgę rozumu ludzkiego.

Cztérdzieści lat po odkryciu Urana, po obliczeniu tablic jego biegu, dostrzeżono, że położenia jego rachunkowe nie zgadzały się z położeniami dostrzeganémi, co spowodowało, że astronomowie z tych zboczeń usiłowali oznaczyć w przestrzeni ciało, czyli nową planetę, któraby przez swoje wzajemne ciążenie była przyczyną tych zboczeń. Bouward wpadał na tę myśl w roku 1834, a Bessel wyraźnie przepowiada planetę nową, poza Uranem, w liście w r. 1840 do Humboldta pisanym. Odtąd wielkie to zadanie weszło w podwoje wszystkich prawie towarzystw uczonych, a wydział matematyczny towarzystwa w Getyndze ogłosił go w roku 1844 za konkursowe. Leverrier i Adams zatrudnili się jednocześnie rozwiązaniem tego zadania, i piérwszy, rozwiązawszy go, podał pierwiastki biegu téj nowéj planety instytutowi francuskiemu, w dniu 31 Sierpnia 1846 roku; na mocy tych to pierwiastków oznaczył on położenie planety w konstellacyi Koziorożca, o jeden stopień na wschód względem gwiazdy

delta téjże gromady i udzielił te rachunkowe wypadki Gallemu w Berlinie, który podług nich, uzbrojoném w dobry refraktor okiem, odkrył na niebie Neptuna. Do tego odkrycia przyczyniły się wiele karty gwiazd, przez akademię Berlińską wydane.

Nowy tryumf dla nauki dosięgnął wskazaną drogą i odległość przeszło 620 milionów mil od słońca. Myśli często się schodzą, i tu był ten przypadek: jako spółzawodnik stanął młody angielski matematyk Adams, wychowaniec John's Kollegium, który już w roku 1843 rozpoczął pracę około tego przedmiotu, i wypadki swoje udzielił Dyrektorowi Airy w Londynie, i p. Challes w Cambridge; szkoda, że ich wtedy nie ogłosił.

Stanęlismy na ostatnim krańcu planetarnego świata, ale któż powątpiéwać może, czy nie przyjdzie czas, że ze zboczeń Neptuna dochodzić będziemy nowéj jakiéjś planety.

Przestrzeń jest bezdenna, a przestwory niebios są bez granic.

Pogadanka 19.

Co to są komety. Zdanie o nich Seneki, Tychona Brahe i innych. Po czém poznaje się, że kometa pojawiająca się była już dawniéj dostrzeganą. Pierwiastki drogi komety. Trzy obserwacye komety są dostateczne do wyznaczenia jéj drogi. Odznaczyli się na polu teoryi komet: Halley, Clairaut, Olbers, Damoiseau, Pontecoulant i t. d. Kometa Halleya. Komety krótko obiegowe. Liczba komet. Komety o długich peryodach. Spotkanie się komety z ziemią. O warkoczach komet, ich naturze i świetle.

Stanąwszy na dzisiajszym krańcu świata planetarnego, puśćmy się daléj, a przybędziemy w krainy komet. Z pomiędzy miryad ciał, krążących w przestworach niebios, nie ma wspanialszych, bardziéj olbrzymich, a zarazem bardziéj zagadkowych i więcéj strachem

przejmujących, jak komety. Owe w dawnych czasach miecze ogniste, straszliwe zwiastuny głodu, pomoru i wojny, pochodnie przyszłych klęsk, owe miotły gniewu Bożego, grożące naruszeniem porządku świata i powszechném jego zniszczeniem, nie są czém inném, jak *ciałami podległémi prawom ruchów wiadomych i sprawdzonych*, w których liczbie znajdują się nietylko takie, które się dają przewidywać, ale i takie, których pojaw na tysiące lat naprzód obrachować można.

Seneka powiedział, że przyjdzie czas dokładnego poznania komet i ścisłego o nich rozumowania; i przyszedł, ale nie po dziesiątku lat, nie po upływie wieku, ale w półtora tysiąca lat. Piérwszy Tycho Brahe wyrzekł z przekonaniem, że komety nie są to meteory atmosferyczne, ale są to planety obrotem i biegiem obdarzone. Dostrzegając wielką kometę z r. 1577 doszedł, że ta bardziéj jest oddaloną od ziemi aniżeli księżyc. Nie było to owemi czasy powszechném zdaniem, ażeby komety miały być planetami; sam Kepler powątpiéwał o tém, i uważał je, jako ciało z wy-

ziewów przestrzeni bezdennéj powstające i ku słońcu w linii prostéj dążące. Ich wcielenie do ciał naszego świata słonecznego jest udziałem późniéjszych czasów. I tak kometa dopiero z r. 1759 Halleya, na którąśmy w roku 1835 oko nasze nieuzbrojone kierowali, była początkiem. kolebką umiejętnego, na spostrzeżeniach opartego, poznania teoryi biegu komet. Saski kaznodzieja, Jerzy Dörfel w Plauen, wystąpił pierwszy z tą śmiałą myślą, że kometa ta, jak i wszystkie inne, opisuje około słońca drogę zamkniętą; a w kilka lat późniéj, opromieniony sławą Newton zamienił to zdanie w prawdę matematyczną i podciągnął komety pod prawo grawitacyi, rachując ich drogi elliptyczne o wielkich bardzo mimośrodach.

Teraz dopiéro ustala się ta myśl, że kometa w swym powrocie poznaną być może, i że rachunek oznaczyć potrafi jéj powrót co do roku i dnia. Poczém poznać można kometę powracającą? Czy po jéj kształcie? Nie, ponieważ jéj kształt, moc światła, jéj warkocz jéj jądro, i otaczający ją obłok wyziewów,

zmieniają się co chwila; ale astronom posiada na szczęście inne listy gończe, pędzące nie już koleją żelazną, ale drutem telegraficznym, lotem szybkiéj błyskawicy, lotem światła, za kometą oddalającą się w przestrzeni poza granicę wzroku naszego. Gruntem ujęcia jéj jest prawo natury; a drogoskazami są to pierwiastki jéj drogi. Temi są: *pochyłość drogi komety do ekliptyki*; *długość węzła wstępującego*; *jéj odległość od słońca w punkcie przysłonecznym*; *długość tego punktu*; *kierunek biegu*, który być może od zachodu ku wschodowi, lub od wschodu ku zachodowi, to jest *kierunkowy* lub *wsteczny*; nakoniec *czas przejścia komety przez punkt przysłoneczny*. Przy dochodzeniu tych pierwiastków udaje się astronom do trzech, a najwięcéj cztérech spostrzeżeń, i te są dostateczne do wyznaczenia biegu komety. Łatwy ale zmudny rachunek podali Laplace, Gauss, Olbers i Mossoti; rachunek ten daje najprzód drogę paraboliczną, a potém dopiéro elliptyczną o wielkim mimośrodzie, a to na téj zasadzie, że takie dwie drogi o śpolném ognisku i téj saméj odległości

w punkcie przysłonecznym, w dalekiéj dopiéro odległości zaczynają się rozchodzić. Jeżeli się zatém nowa kometa pojawi, natenczas astronom porównywa pierwiastki jéj drogi z oznaczonémi już znanych i dawniéj dostrzeganych komet; a ztąd z wszelkiém prawdopodobieństwem, a nawet na pewno twierdzić może, że pojawiająca się kometa była dawniéj widzianą; ztąd też rachuje jéj drogę i bieg, a następnie czas obiegu, a tém samém czas jéj powrotu.

Pierwszy, który w tym celu przystosował prawo Newtona do teoryi komet, był Halley na początku zeszłego wieku. Obrachował on dwadzieścia cztéry dróg dwudziestu cztérych komet, a pomiędzy témi trzy były takie, że je uważać trzeba było za drogę jednéj i téj saméj komety. Ogłosił on na téj zasadzie jéj powrót, i oznaczył go na koniec roku 1758 lub początek 1759, obliczył zaś czas obiegu 75 do 76 lat. Wprawdzie ten rachunek był tylko przybliżony, ponieważ Hallejowi nie były znane przeszkody téj komety. Rozwiązanie zadania co do przeszkód wziął na sie-

bie sławny Clairaut, w których to rachunkach wspomagali go Lalande i pani Lepaute. Rachowali oni blizko przez pół roku, i przekonali się, że przeszkody te opóźniają powrót téj komety, i że zjawi się ona dopiéro w dniu 13 Kwietnia 1759 r. Najwięcéj zatrudniały ich przeszkody pochodzące z działania na nią Jowisza i Saturna. Cały świat uczony zwrócił swoją uwagę na rok 1758 i wrzeczy samej miłośnik astronomii, saski rolnik, Palitsch w Prolis pod Dreznem, odkrył ją pierwszy swoją lunetą, w dniu 15 Grudnia 1758 roku. Kometa ta przebiegała te same konstellacye, które rachunek wskazywał i przechodziła przez punkt przysłoneczny dnia 12 Marca 1759 r.; bieg jéj zatém zamykał się w granicach przez rachunek oznaczonych. Następny jéj pojaw był w roku 1835 na 1836, tak ściśle przez rachunek wskazany, że powrót jéj, gdy była w punkcie przysłonecznym na 700 milionów mil, o 3 różnił się tylko dni od wyrachowanego, o ilość prawie niknącą względem czasu 75 lat. Rachunek tak dokładny wykonali Damoiseau, Pontecoulant, Rosen-

berg i Lehmann: powrót jéj naznaczył Rosenberg na dzień 11 Listopada, Lehmann na dzień 26, Pontecoulant na 13, a kometa przeszła rzeczywiście przez punkt przysłoneczny dnia 16 t. m. w roku 1835. Między rachunkiem a rzeczywistém przejściem okazała się różnica 3 dni, nie nieznacząca, jeżeli zważymy na całą trudność zadania w obrachowaniu przeszkód ciała o tak długim peryodzie.

Dziewiętnastemu dopiéro wiekowi dostały się w udziale odkrycia komet krótko obiegowych. Pons w Marsylii odkrył w roku 1818 kometę, któréj obieg wyrachowany przez Enkego, wynosi tylko 1204 dni, i był to rzadki tryumf nauki, kiedy kometa ta, stósownie do rachunkowego wypadku, zajaśniała w roku 1822 w oznaczonym czasie i miejscu.

Po téj komecie następuje kometa Bieli odkryta przez niego w Józefstadt w Czechach; jéj obieg wynosi 6¾ lat, a postrzeżenia jéj powrotu zgodziły się zupełnie z rachunkiem. Bardzo dokładne wyznaczenie jéj drogi podali, oprócz innych: Nikolai, Walz i Jan Baranowski, dyrektor dostrzegalni Warszaw-

skiéj. Kometa ta w r. 1844 rozdzieliła się na dwie oddzielne, co też i w roku 1852 miało miéjsce.

Faye w Paryżu odkrył kometę w r. 1843, obiegu $7^1/_2$ lat, co też dostrzeżenie p. Challes, astronoma w Cambridge, stwierdziło, który ją na nowo w r. 1850 dostrzegł.

Vico w Rzymie odkrył w r. 1844 kometę o obiegu $5^1/_2$ lat, ale ta nie powróciła, ani w r. 1850, ani w r. 1855.

Piatą z porządku krótko obiegową kometą jest ta, którą Brorsen w Kiel w r. 1846 odkrył; kończy ona swój obieg w $5^1/_2$ latach, i rzeczywiście r. 1857 dostrzeżoną została.

W r. 1851 d'Arrest odkrył kometę o obiegu $6^1/_2$ lat, która powtórnie na przylądku Dobréj Nadziei dostrzeżoną była.

Dwie nakoniec komety pojawiły się w roku 1858, jedna odkryta przez Tuttla i Brunse, druga przez Winnecke w Bonn: pierwszéj obieg wynosi $13^3/_5$ lat, drugiéj $5^1/_2$ lat.

Te komety zowią się *wewnętrznémi*, dla tego, że ich drogi zamknięte są w granicach świata planetarnego.

Historya podaje przeszło 400 komet, które gołém były widziane okiem: wiek jeden daje 16, a najobfitszy szesnasty wiek przyniosł z sobą 23. Dawniéj, gdy lunet nie znano, trzeba było czekać 30 i 40 lat; dziś zaś uzbrojoném okiem odkrywamy czasem na rok trzy lub cztéry, a rok 1846 był tak bogaty, żeśmy ośm drobnych komet narachowali.

Niedawno dopiéro zaczęto rachować pierwiastki komet, zgromadzono mnóstwo dostrzeżeń od 197 do 1853 r., z których 46 komet wyznaczono drogi elliptyczne, a przeszło dwóch set znane są tylko pierwiastki paraboliczne. Niektóre z nich liczą pomiędzy jednym a drugim powrotém nie lata, ale wieki i tylko 6 mają obieg od 51 do 75 lat. Pomiędzy niemi znajduje się kometa z r. 1862 pana Rosy, która już w latach 1759 i 1811 dostrzegana była. Obieg wielkiéj komety z r. 1769 wynosi podług rachunku Bessla 2090 lat; podziwiana kometa z r. 1858, Donatego zwana, podług rachunku Brunsa obiega w 2102 latach; kometa z roku 1811 kończy swój bieg w 3065 latach; kometa z r. 1825 wędruje lat

4386. Sławna kometa z r. 1680, któréj Halley wszystkie nieszczęsne karty historyi rodu ludzkiego przypisuje, chodzi sobie poważnie albowiem jéj obieg podług rachunku Enkiego wynosi 8814 lat; kometa ta zbliżyć się może na 128000 mil do środka słońca i ztamtąd oddala się do 17700 milionów mil.

W dniu 1 Marca r. 1556 Fabrycyusz, znakomity astronom Wiedeński, dostrzegł kometę w konstellacyi Panny, wielkości Jowisza; była to ta sama kometa, która Karola V do złożenia korony skłoniła. Halley wyrachował z obserwacyj tego astronoma jéj pierwiastki, a angielski astronom Dunthorne porównał je z chińskiemi pierwotnych wieków dostrzeżeniami; zgodność pierwiastków ostatniego, wyrachowanych z obserwacyj r. 1264 w Chinach robionych, świadczy o stopniu, na jakim astronomia stała u Chińczyków. Z rachunku Halleya wypada czas całkowitego obiegu lat 292. Późniejsze rachunki Hinda i holenderskiego astronoma Bromma w Midelbergu, po wprowadzeniu przeszkód, oznaczyły pojawienie się téj komety na r. 1858; ale te do dwóch lat

są tylko dokładne. i dla tego oczekiwaliśmy na nią w 1860 roku nadaremnie.

Do świetnych komet, w teraźniéjszém stuleciu odkrytych, należy ta, która się w nocy dnia 30 Czerwca, w dniu ŚŚ. Piotra i Pawła r. 1861, w konstellacyi Teleskopu Herszla, w stronie północnéj nieba, w niewielkiéj wysokości nad poziomem, nagle i niespodzianie pojawiła i w całéj Europie jednocześnie dnia tego była widzianą. Liais, astronom amerykański, dostrzegł tę kometę w Rio-Janeiro już w dniu 11 Czerwca, przed wschodem słońca, i dostrzegał ją od 11 do 15 t. m. Od 15 do 30 Czerwca, z powodu znacznego zbliżenia się do słońca i dziennego światła, nie była ona widzialną, dopiéro odsunąwszy się od słońca na północ, pojawiła się nad poziomem dnia 30 Czerwca i przez wszystkich prawie dostrzeżoną została. Z początku bieg téj komety był nadzwyczaj szybki, tak dalece że oddalała się w jednym dniu o 20 stopni na zachód; potém od dnia 7 Lipca bieg ten znacznie zwalniał, a następnie tak był leniwy, że przez cały miesiąc kometa ta bardzo mało

zmiéniła swoje położenie, odsuwając się w kierunku prawie prostym od ziemi. Droga jéj pozorna rozciągała się od Teleskopu Herszla, przechodziła przez Ostrowidza, głowę wielkiego Niedźwiedzia, gromadę Smoka aż do Wolarza, gdzie w połowie Sierpnia z oczów znikła; w wielkich jednak lunetach, *refraktorami* zwanych, blizko przez cały rok widzianą była. Z początku wielkość jéj i blask były znaczne, dnia 1 Lipca głowa jéj była tak świetna, że blaskiem swoim zbliżała się do błyszczącéj planety Wenus, wielkością zaś do komety z roku 1811. Warkocz jéj był długi, świetny; nie tak jednak okazały, jak komety Donatego w roku 1858. Długość warkocza dnia 1 Lipca wynosiła 118 stopni, średnica jądra, podług oznaczenia astronoma Secchi, 10" w łuku, co wynosi 100 mil geograficznych; z jądra wychodził ku słońcu mały stożek świetny, w kształcie wachlarza, z którego materya świetna rozwijała się i tworzyła piękny warkocz.

Niektórzy astronomowie dostrzegali w téj komecie ślady polaryzacyi światła. Ojciec

Secchi dnia 1 Lipca uważał, że warkocz téj komety okazywał wyraźną i silną polaryzacyę, gdy tymczasem jądro wcale takowéj nie okazywało; z czego wnosił, że jądro komety w piérwszych dniach Lipca przesyłało własne swoje światło, zapewne z przyczyny silnego rozpalenia się, pochodzącego ze znacznego przybliżenia się do słońca; światło zaś warkocza było zpolaryzowane w kierunku jego osi. Z dostrzeżeń dotychczasowych obrachować można było tylko drogę przybliżoną; z porównania téj drogi z innémi, pokazało się, że to jest kometa nowa i nieznana, nie zaś kometa Karola V, jak niektórzy sądzili. Ponieważ nieoznaczono dotąd jéj drogi elliptycznéj, a zatém nieznany jest téż jéj czas powrotu i niewiadome są wymiary jéj drogi.

Dnia 28 Czerwca o godzinie 8 minucie 55 rano, podług czasu Warszawskiego, kometa ta znajdowała się w węźle, to jest na eklipty-ce, i natenczas jéj jądro było tylko o dwa przeszło miliony mil od ziemi oddalone.

Dnia 29 Czerwca o godzinie 8 rano, atmosfera tworząca warkocz, odległą była od zie-

mi pół miliona mil geograficznych; a tém samém warkocz téj komety niedosięgał naszéj atmosfery, jak to niektórzy sądzili.

Dnia 28 Grudnia 1863 roku astronom *Respighi* w Bolonii odkrył nową kometę. która także dostrzeżoną była dnia 1 Stycznia 1864 r. przez Barkera w Nauen i przez Pr. Karlińskiego Dyrektora obserwatoryum Krakowskiego. Z obliczeń, które Dr. Weis adjunkt obserwatoryum Wiedeńskiego wykonał, pokazuje się, że kometa Respighiego jest prawdopodobnie tą samą, która już była w latach 1490 i 1810 widzianą. Stała ona w powyższym roku w konstellacyi *Łabędzia*, a potem przechodziła pomiędzy *Kassyopeją* i *Andromedą* ku konstellacyom *Perseusza* i *Byka*, do któréj to ostatniéj zbliżyła się na początku Lutego t. r. Z powodu szybkiego zbliżenia się do ziemi podnosi się bardzo natężenie jéj światła; była ona sześć razy jaśniejszą, a gdy światło jądra jéj równała się z światłem gwiazdy szóstéj wielkości, wtedy gołem okiem dostrzegać ją można było. Dnia 31 Stycznia 1864 r. kometa ta zbliżyła się na cztery mi-

liony mil do ziemi, ale potem zaczęła się oddalać, tak że w połowie Lutego tylko przez lunetę mogła być widzianą.

Pan Petit, Dyrektor obserwatoryum w Tuluzie pisze:

Kometa, która teraz wychyla się z pomiędzy promieni słonecznych, będzie już wieczorem i to przez kilka dni gołem okiem widzialną. Nie jest to ta kometa, jak wielu utrzymują, ową sławną kometą, którą Flaugerques dnia 26 Marca 1811 roku odkrył, która przez punkt przysłoneczny przechodziła dnia 12 Września tego samego roku a którą jeszcze dnia 17 Sierpnia 1812 roku dostrzegano. Jest to podług wszelkiego prawdopodobieństwa inna kometa, przez miesiąc tylko w lunecie widziana, którą *Pons* dnia 29 Sierpnia 1810 r. odkrył, a którą opisał Bessel.

Jest rzeczą prawdopodobną, i nauka tego zaprzeczyć nie może, że kometa uderzyć może o ziemię, ale to jest słabe bardzo prawdopodobieństwo; jest ono jak 1 do 281 milionów, a tém samém zbiża się do pewności, że kometa niemoże uderzyć o ziemię. Żadna ze

znanych dotąd dróg komet nie ma takiego położenia, ażeby spotkanie się to mogło miéć miéjsce z jądrem komety. Kometa Bieli zbliża się do ziemi na 3500 mil; wielka kometa z roku 1680 na 96000 mil, a z roku 1684 na 175000 mil i t. d.

Przypuśćmy nakoniec, że znajduje się kometa, która z ziemią spotkać się może, to i tak, zważając na małość jéj massy w porównaniu z massą ziemi, spotkanie to nie zrobiłoby żadnéj odmiany, ani w obrocie, ani téż w biegu rocznym ziemi.

Porzućmy ten przedmiot, i zatrudnijmy się rzeczą bardziéj ciekawą t. j., opisem warkoczów komet.

Największa liczba komet rzuca pozą siebie i ciągnie za sobą światło bardzo rzadkie, słabe, kształtu miotły lub starozakonnéj czapki; są jednak komety, które takich towarzyszów nie mają: i tak komety z r. 1585 i 1685, kometa Halleja przy piątém swojém pojawieniu się r. 1682, i kometa z r. 1763, nie okazywały żadnego śladu warkoczy. I kometa Enkego pojawia się tylko w kształcie okrągłéj tarczy

lub znikającego obłoczka. Zkąd wynika, że przy odkryciu nowych planet można było brać dostrzeżoną gwiazdkę np. Urana, Cererę, za komety; późniejsze dopiéro dostrzeżenia i oparte na nich rachunki usunęły tę wątpliwość, i uznano je za planety. Inne znowu komety długi ciągną za sobą warkocz, a kilku nawet komet warkocze są w postaci wachlarza. Kometa z r. 1843 rozciągała swój warkocz na 60 stopni, z r. 1769 na 97, a z r. 1818 na 104 stopni długi; kometa z r. 1744 miała sześć, pasami przegrodzonych, warkoczy, szerokości 4 a długości od 30 do 44 stopni, był to ozdobny wachlarz; podobnie kometa z r. 1825 miała pięć warkoczy, których się promienie krzyżowały. Kometa o dwóch warkoczach z r. 1823 ważna z tego, że dwa jéj warkocze robiły kąt rozwarty 160 stopni. Często także warkocze powstają dopiéro wtenczas, kiedy kometa zbliża się do słońca, i tak kometa Donatego w r. 1858 była z samego początku bez warkocza; dnia 2 Czerwca, zaledwie jak gwiazda dziesiątéj lub jedénastéj wielkości błyszcząca, okalała ją mgła 1 do 2

minut średnicy mająca; a gdy 28 Sierpnia jaśniała, jak gwiazda 5 lub 6 wielkości, wtenczas zaledwie ślady warkocza dostrzedz było można: odtąd ten warkocz coraz bardziéj rósł, sama jaśniała coraz silniéj, doszła do czwartéj wielkosci i w końcu Września współubiegała się z najświetniejszémi gwiazdami; warkocz jéj rozciągał się 18 stopni, co okazuje że rozciągał się na $5^1/_2$ miliona mil; wprawdzie jest to drobnostka w porównaniu z warkoczem komety z r. 1843, który széroki na 718000 mil, opłomieniał słońce na $32^1/_2$ miliona mil. Wróćmy się nakoniec do komety Halleja i wspomnijmy, że w r. 1835 długi jéj warkocz malał i zamienił się przy swojém niknięciu na dniu 3 Maja 1836 roku, na kolistą mgławkę.

Wiadomo, że od słońca odwrócony jest warkocz, wiedzieli to już dawniéj, a Piotr Apianus piérwszy tę prawdę w roku 1531 podał. Lecz nie trzeba tego brać dosłownie, gdyż linia łącząca środek komety z środkiem słońca nie schodzi się zupełnie z warkoczem; ale ten ostatni zbaczając mniéj lub więcéj,

robi bardzo często z linią tą kąt prosty: szczególny widok przedstawia czasem to zboczenie, i tak kometa z r. 1774 miała w ćwierć okręgu koła warkocz swój rozwinięty. Dla wytłomaczenia tego, przypuszcza Vals, że eter na około słońca tworzy atmosferę, któréj niższe warstwy, tak jak naszéj atmosfery, têm są gęstsze i zbitsze, im więcéj warstw je naciska; a ztąd tłomaczy zmniéjszanie się szerokości warkocza i jego zakrzywienia w blizkości słońca. Chociaż pomysłowe jest to tłomaczenie, jednak w têm prawdziwéj przyczyny nie upatrujemy, ponieważ zatém szłaby nieprzenikliwość warkocza, która opiérałaby się eterowi, i ten nie ściskałby się, jak bańka powietrzna lub z mydła, ale wypełniałby wszystkie cząsteczki komety.

Swiatło nauki nie rozpędza ciemności co do wiadomosci o naturze warkoczy komet: tu to astronom znajduje się w podobném położeniu, jak Mairan, akademik francuzki, przed jedną damą, któréj na każde zapytanie astronomiczne odpowiadał „nie wiém“; z niecierpliwiona dama pyta go wreszcie, dla czego obrano

go na akademika, kiedy nic nie wié? a on jéj na to, dla tego, ażebym z czasem pani na jéj zapytania mógł odpowiedziéć. Nic nie wiémy, jest to i teraz zwykła odpowiédź, powtórzył ją Arago w swojéj astronomii, mówiąc o naturze warkoczy komet; tam to czytamy, że warkocze są kształtu wydrążonych ostrokręgów lub walców, a co tłomaczy nam ten fakt, że największa liczba warkoczy, mianowicie przy głowach komet, jaśniéj świécą na krańcach, aniżeli w środku. Możemy jednak twierdzić, że warkocze te składają się z bardzo drobnych cząsteczek materyi mglistej, która się jak massa mgłego światła przedstawia, i ten to jest powód, dla czego gwiazdy, przez warkocze komet widziane, nie tracą swojego blasku, ale ciągle jednakowo świécą. Tłomaczy to także, dla czego patrząc się przez lunetę na kometę, ta zachmurza się i warkocz jéj ginie z powodu, że coraz mniéjsza liczba molekul światła w oko wpada.

Uderzający pojaw przedstawiała nam kometa z roku 1744, dostrzegana uzbrojoném okiem, tudzież komety Halleja i Donata.

Właściwe światło wychodziło z powłoki mglistéj, z głowy w przeciwną stronę warkocza, to jest w kierunku do słońca, okazując podobne prądy i drgania, jakie przy zorzy północnej spostrzegamy. Czy tu myśléć można o jakich siłach biegunowych, które, wywołane przez ciążenie słońca, równoważą się z warkoczem komety, lub, czyli mamy połączyć tu ten osobliwy fakt, że komety w krótkim bardzo czasie, często w kilku godzinach, warkocze swoje do takich wymiarów powiększają, że w przestrzeni odpowiadają milionom mil; to wszystko trudno roztrzygnąć.

Astronom mało co wié o naturze komet. Massa ich jest tak mała, że kometa Leksela, przy odległości od ziemi na 300000 mil, nie okazuje w swoim biegu żadnéj przeszkody; a ztad massa ta musi być massą mniéjszą od wszelkiéj znanéj. Z doskonaleniem narzędzi, z rosnącém ich użyciem, rośnie i możność odważania ciał niebieskich tak, że jesteśmy w stanie podać massę komety Leksella wyrażoną przez massę ziemi, chociażby ta jéj $1/_{5000}$ tylko cząstką była. Jeżeli my teraz uważać bę-

dziemy, jak ogromne są komety, których objętość większa jest od wszystkich razem planet, od samego nawet słońca, to przyznać musiémy, że składają się z materyi tak rzadkiéj, iż uważać ją należy nie za nieprzenikliwą, jak inne ciała ważkie, ale za zupełnie prawie przenikliwą. Komety są nadto przezroczyste, czego dowodzi to, że przez ich warkocze, przez ich nawet jądra, widziéć można gwiazdy bez żadnéj utraty blasku. Nie są komety ciałami stałemi, ani ciekłemi, ani rozprężliwemi, ale to są massy pyłu, które unoszą się nad oceanem eteru i kształt swój nawet temu eterowi zawdzięczają.

Trudno sobie wyobrazić te rzadkie, mdłe ciała, których wnętrze jest widnią różnych zjawisk, znajdujących się w wszechswiecie. Kiedy kometa Bieli w r. 1845 rozdzieliła się na dwie części, wtedy powstało zamieszanie w nauce. Już starożytni Grecy donosili o takich rozdwojeniach, ale niewierna nauka naigrawała się z tego. Kometa dopiéro Bieli takie rozdwojenie zamieniła w rzeczywistość. Hind także w r. 1845 ogłosił, że na komecie,

dawniej nierozdzielnéj, okazał się wyskok. Od tego czasu okazały się dwie zupełnie osobne komety, każda z jądrem i warkoczem. Nowa kometa, w północnéj stronie dawną wyprzedzała, rosła ciągle tak, że przez długi czas wydawała się od dawnéj większą. I odległość ich obu rosła, i doszła najprzód do 41822 mil, a w r. 1852 były obydwa jądra odległe od siebie na 352342 mil.

Pomimo tych okoliczności komety świécą, podobnie jak inne planety, pożyczaném światłem od słońca. Polaryzacya światła przekonywa o tém, jak to Arago spostrzegł na komecie z r. 1817 i Halleja z r. 1835.

Jak światło komety rośnie, o tém przekonywa kometa Donatego, która przez pięć dni dawała światło gwiazdy piątej wielkości i doszła do czwartéj; w 13 dni potém do drugiéj wielkości, a w krótce do pierwszéj.

Przytoczymy tu nakoniec zjawisko, które należy do świata słonecznego, a które zowie się *zorzą zwierzyńcową*.

Około miesiąca Marca i Września dostrzegamy często nad poziomem, przed wschodem lub po zachodzie słońca jasność białawą kształtu stożkowatego. W wysokości od 20 do 30 stopni wznosi się pochyło nad poziom w kierunku ekliptyki, lub blizko niéj, stożek kończący się prawie w jednym punkcie. Jest to światło zodyakalne, czyli zwierzyńcowe które się w pochmurnéj naszéj atmosferze zaledwie dwa razy do roku, na początku wiosny lub jesieni, w krótce przed świtem lub zmierzchem, u nas pokazuje; w gorących zaś, czyli równikowych lub blizkorównikowych krajach, przedstawia się w nadzwyczaj pięknéj i świetnéj postaci. Na czternaście tysięcy stóp wysokim szczycie Kordylierów, na pastwisku Llanos przy Venezueli, na łąkach Meksyku, na brzegach morza pod ciągle pogodném niebem Kumany, na brzegach zachodnich Peru i Meksyku, zorza zwierzyńcowa w najokazalszéj postaci maluje się na niebie, jak to Aleksander Humboldt w swoich podróżach opisuje.

Zorza zwierzyńcowa, przewyższając swoim blaskiem, blask drogi mlécznej, daje, obok migotania się gwiazd i obłoczków, obraz wzniosły, którego żadna sztuka nie jest w stanie naśladować. Szczególniéj w czasie porównania dnia z nocą, kiedy tarcza słońca zanurzy się w morze, i krótki zmiérzch i zupełna ciemność nie nastąpi, rozpościéra się na tle nieba gwiaździstego blask do nieopisania, od poziomu do połowy wysokości sklepienia nieba. Bardzo nizko pojawiają się, jakby na złotym kobiercu, obłoki na ciemnym błękicie; w górze zaś obłoki piérzaste gromadzą się w kupki, jak gdyby nowe jakie słońce miało wschodzić, i jak gdyby się noc pogodna coraz bardziéj rozwidniała.

Pierwszy Dominik Kassini zwrócił na to zjawisko uwagę, ale tłomaczenie jego i innych późniéjszych było nie tylko niedostateczne, ale błędne, sprzeciwiające się prawidłom mechaniki. Tłomaczenie teraźniéjsze gruntuje się na przezroczystości zorzy zwierzyńcowéj, przez którą gwiazdy widzieć można nieosłabione; przezroczystość ta podobna

jest do téj, jaką posiada materya komet. Najbardziéj upowszechnioném jest zdanie, że zorza zwierzyńcowa jest to gazowa, rozpręźliwa materya, kształtu spłaszczonego, rozlana pomiędzy drogą planety Wenus i Marsa.

Pogadanka 20.

Co to są aerolity. Liczba aerolitów spadłych, wzmiankowanych przez dawnych i nowoczesnych. Jakie zjawiska towarzyszą spadaniu kamieni z nieba. Liczba teraźniéjsza kamieni spadłych. Ich cechy fizyczne i chemiczne. Początek i tworzenie się. Kule ogniste i ich liczba. Wysokość w któréj się takie kule pokazują, ich średnice, prędkość, z którą bieżą. Ich początek i zjawiska przy okazywaniu się. Ich liczba i peryodyczność spadania. Gwiazdy spadające. Ich peryodyczność. Konstellacye, z których największa liczba takich gwiazd spada.

Powróćmy na naszą ziemię, a zadziwi nas to zapewne, że nie wejdziemy do dostrzegalni astronomicznéj, ale do gabinetu mineralogicznego. Co to za myśl, że odwracamy się od gwiazd, a udajemy się do minerałów; cóż to za związek pomiędzy gwiazdą, światem całym, a minerałem, cząsteczką ziemi, która jest

znowu cząsteczką świata słonecznego. Nie, nie będziemy oglądać minerałów ziemskich, ale okazy kamieni, które z nieba spadły, a które się *aerolitami* zowią. Jesteśmy już w tym gabinecie, i oglądamy sto kilkanaście kamieni, koloru szarego, czarnego, ciężkich i pod młotem wyrabiać się dających. Młota jednak nie użyjemy, bo to są drogie kamienie, droższe częstokroć od diamentów. Są to gwiazdy, których astronom nie potrzebuje dostrzegać, ale przy pomocy młoteczka, dmuchawki i lampki rozbiérać.

Że kamienie z nieba spadają, to przed 60 laty było jeszcze zagadką i należało do urojeń, chociaż historya wspominała już o kamieniach z nieba spadłych. Mongołowie opowiadają o 40 stóp wysokiéj massie żelaza, która wśród ognistych zjawisk, przy źródłach Żółtéj rzeki w zachodnich Chinach, z nieba spadła. Arabowie zachowują dwa czarne z nieba spadłe kamienie w Kaaba w Mekce. Plutarch wspomina o ogromnym kamieniu spadłym z nieba, który roku urodzenia się Sokratesa spadł w Aegospotamos, i ważył tyle, co cały

wóz z ciężarem. Kronikarze średnich wieków o licznych spadłych kamieniach donoszą. W dziesiątym wieku wpadł kamień w rzekę Narni we Włoszech, i łokieć jeszcze stérczał nad wodą. W r. 1511 kamień w Krema, niedaleko Addy w górnych Włoszech spadły, zabił zakonnika. Setki takich kamieni spadało corocznie w ostatniéj połowie wieku zeszłego: kamienie te ludzi zabijały, domy całe przez pożar w perzynę obracały, a jednak uczeni zaprzeczali, ażeby kamienie mogły z nieba spadać. Jeszcze w r. 1769 akademia paryzka nie wierzyła, że w blizkości miasta Luki kamień spadł i dosięgał ziemi. W r. 1790 spisała municypalność Juillak, w departamencie Landów, protokuł, w którym zamieszczono, że dnia 14 Lipca znaczna ilość kamieni na pola, dachy i drogi téj wsi spadła; gazety jednak ówczesne podawały o tém wiadomość w sposób śmiészny, litując się nad uczonémi łatwowiernémi. Dnia 26 Kwietnia 1803 miało miéjsce sławne spadnięcie kamienia pod Aigle w departamencie Orne. O godzinie pierwszéj po południu dostrzeżono wielką ku-

lę ognistą w okolicy Caen, Alençon, Faleuse, Verneuil, i to podczas zupełnie pogodnego nieba. W kilka chwil potém usłyszano pod Aigle eksplozyę 5 lub 6 minut trwającą; poczém nastąpiło echo, kilka wystrzałów armatnich, a nakoniec odgłos ręcznéj broni. Przy każdéj eksplozyi unosiły się dymy i spadały, na przestrzeni $1^1/_4$ mil długiéj a $^1/_4$ mili szerokiéj, liczne małe kamienie, z których największy ważył $17^1/_2$ funtów. Akademik, niedawno zmarły Biot, czytał o tém rozprawę, i od tego też czasu powątpiewanie ustało.

Nie ma roku, ażeby nie było słychać o kamieniach spadających, i tak w roku 1863 dnia 6 Sierpnia, spadły w Liflandyi północnéj dwa aerolity, z których jeden ważył 17 a drugi 23 funty. Dnia 30 Stycznia 1868 r. o godzinie 7 wieczór przy temperaturze 6° R., i wysokości barometru 753,52 millimetrów, przy pogodném niebie na stronie południowéj i kilku tylko chmurach na stronie wschodnio-zachodniéj, kula ognista wielkiego blasku przeciągnęła nad poziomem Warszawy, a tego samego dnia w okolicy odległéj o 22 wiorst

ku stronie północno-zachodniéj oderwała się od niéj wielka liczba aerolitów, i ta rozsypała się pod Połtuskiem, najgęściéj w wsiach od Gostkowa do Sielca.

W Warszawie widziano ten meteor na stronie południowo-wschodniéj blizko głowy gwiazdozbioru *Andromedą* zwanego. Kula ta ognista błyszczała z początku jak gwiazda pierwszéj wielkości, a jéj średnica rosnąc coraz bardziéj, urosła od 15 do 20 minut, to jest od długości połowéj średnicy tarczy księżyca, aż do jéj dwóch trzecich części. Po przejściu kilku stopni, kula ta ciągnęła za sobą warkocz białawy, którego największa długość przez czas całego zjawiska wynosiła 9 stopni przy szerokości 2 stopni.

Swiatło jéj z początku było podobne do światła gwiazd spadających, ale w miarę jak średnica téj kuli ognistéj rosła, światło jéj przybierało kolor z początku zielono-błękitnawy, a potem kolor czerwony.

Zjawisko to dostrzegane w Warszawie, miało także miało miejsce w Gdańsku, Poznaniu i Krakowie; w Pradze czeskiéj, w Wie-

dniu austryackim, w Kownie, Grodnie a nawet i w Dorpacie.

Podług dostrzeżeń w Warszawie, a głównie w Gdańsku i Wrocławiu można bardzo prawdopodobnie wnioskować, że punkt w którym meteoryt ten wszedł w atmosferę wyniesiony był 23½ mil geograficznych nad poziomem i zgasł w okolicy Pułtuska, nad wsią Gostkowo, będąc tylko oddalony w górę o 2½ mil geograficznych. Prędkość w jednéj sekudzie tego meteorytu wynosiła 6⅗ mili geograficznéj.

Największa liczba kamieni spądła pomiędzy wsiami Sielc i Gostkowo, narachowano ich przeszło 400.

Największy zaś, który spadł blizko wsi Mrozy, ważył 7 kilogramów, czyli około 17 funtów naszych.

Ciężkość gatunkowa tych areolitów średnia wynosi 3,7185.

Rozbiór chemiczny wykrył najwięcéj części magnetycznych i krzemianów rozpuszczalnych lub nierozpuszczałnych, w kwasie solnym.

Oprócz tego przekozano się, że spadły kamień w Sielcu i podniesiony po 10 minutach był już zupełnie zimny; że w eksplozyi mieszkańcy Pułtuska i jego okolic rozróżniali scisle dwa ustępy t. j. eksplozyę podobną do dwóch gromów i drugą jakby od rotowego ognia pochodzącą.

Opisanie to wyjęte jest z raportu, który Szkoła Główna Warszawska do Akademij zagranicznych przesłała.

Aerolity bardzo rzadko spadają w czasie pogodnego nieba, ale zwiastuje je czarny, ciężki obłok, z którego przy głośném pękaniu spadają wielkie kamienie; miało to miejsce w Wenden, niedaleko Milhauzen, dnia 16 Września 1843 w Barbotan, Juillac i Aigle. Zjawiska te są w związku z ognistemi kulami, jak się to zdarzyło w Braunau w Czechach, dnia 14 Lipca 1848, gdzie przy daleko rozciągającém się świetle kuli ognistéj, spadały sztuki kamienne 4 centnary ważące, te zagłębiały się na trzy stopy w ziemię i były tak rozpalone, że ich nie można się było i po sześciu godzinach dotykać.

Arago podaje 203 spadnięć kamieni, dobrze obserwowanych, ale było ich daleko więcéj; uważać bowiem potrzeba, że zjawiska te meteoryczne dostrzegane są od kilku dopiéro wieków, a dzisiaj oświécone tylko ludy niémi się zajmują. Dwie trzecie ich części ukrywa morze, a wielka ich nadto liczba rozrzucona jest na powierzchni ziemi i tkwi w jéj górnych warstwach. Pomiędzy aerolitami wiele jest znacznéj wielkości i wagi: spadły w roku 1831 przy Bouilli ważył 40 funtów, spadły w r. 1812 w Chatonay 68 funtów, kamień meteoryczny spadły w roku 1812 w Juvenas ważył 184 funtów, spadły blizko Ensheim w Alzacyj 276 funtów, w Santa-Rosa w Grenadzie spadły w r. 1810 ważył blizko 1500 funtów. W roku 1863 spadł w okolicach Edinburga aerolit, 24 funty ważący, który wypalił na około siebie kilka cali trawy, i dwa w Liflandyi północnéj, o których my dopiero wspomnieli.

Cechy, które w nowszych czasach tak fizyczne jak i chemiczne poznano, dozwalają wnioskować z wszelkiém prawdopodobień-

stwem o początku i o dalszém tworzeniu się kamieni spadających i tak: dwa wielkie kamienie, które znaleziono w Santiago del Estera w państwie Laplata, objętości od 7 do 7½ stóp, mają początek i utwór meteoryczny, inne podobne massy znaleziono w Red-River, w północnéj Ameryce. Massa 3200 funtów ważąca, mająca bardzo wiele niklu, znaleziona w okolicy Beetburg, jest także zapewne meteoryczną. Kapitan Ross na pobrzeżu północném zatoki Bofińskiéj znalazł dwie wielkie massy kamienia, z którego Eskimowie wyrabiają broń, toporki i noże. W ostatnich czasach przekonano się, że są całe góry meteorytami; i tak niedawno doszła wiadomość z Ameryki północnéj, że murzyni w okolicy górnéj Liberyi założyli bogate kopalnie w rodzime żelazo. Kawały téj rudy przysłano do Boston, a analiza dowiodła, że to są wielkie meteorowe kamienie, których tamtéjsi mieszkańcy od kamieni ziemskich rozróżnić nie umieli.

W ogólności aerolity, gdziekolwiek spadły, mają jednakową fizyonomię, zawsze mają cienką, czarną, połyskującą się powłokę, odłam ich jest ziarnisty, a brzegi są zaokrąglone.

Jednak przy staranniejszém badaniu znaczne w nich różnice zachodzą: są kamienie, które 96 na sto mają żelaza, drugie zaś tylko 2 na sto, inne które żadnego metalicznego pozoru nie mają i rzeczywiście, będąc niemetaliczne, są tylko mięszaniną oliwinu, augitu, anortytu a nadto miki i labradoru. Prawdziwe żelazo meteoryczne, jakiém jest spadłe w Braunau w 1847 i w Agram r. 1751, nie jest czystém, ale jest połączonem żelazem z niklem. Ten to nikel upoważnia do uważania tych kamieni za massy meteoryczne: zawsze tu wchodzi żelazo, nikel i mała ilość fosforu. Znajdują się także aerolity w ziarnach i blaszkach, a w nie wciskają się oliwin, augit i materya podobna do feldspatu. Kamienie meteoryczne, nie mające żelaza, są podobne do dolorytów i diorytów i mają w sobie szczątki bazaltu i lawy.

Niezatarte ślady działania ognia, tak często zjawiskom tym towarzyszące, już w siedmnastym wieku naprowadziły na tę myśl, że kamienie spadające są to wyrzutki z wulkanów naszego księżyca, z którego spadają

z prędkością początkową przynajmniéj 8000 stóp wynoszącą; ztąd wielka liczba astronomów utrzymuje, pomiędzy innémi Arago, że kamienie meteoryczne są płodem księżycowych wulkanów. Największa znowu liczba, idąc za Chladnym, z powodu kamienia 1720 funtów ważącego, i przez Pallasa w Syberyi znalezionego, uważa, że w przestrzeni planetarnéj znajdują się pierścienie różnéj grubości, z licznych ciał takich, wielkich i małych, złożone, które szybko krążą w około słońca. Ile razy więc ziemia wchodzi w okolicę, w któréj pierścień taki ekliptykę przecina, tyle razy krążące te massy ziemia przyciąga, te spadają na nią, rozgrzawszy się pierwej przy swém wejściu w atmosferę do białego ognia. Swiadczy o tém peryodyczność tych zjawisk, i są one najliczniéjsze w miesiącach: Marcu, Maju, Sierpniu i Listopadzie.

Lepszą jeszcze podstawę ćo do takiego zapatrywania się daje zjawisko, ścisły związek z aerolitami majace. Tym zjawiskiem są kule ogniste, które na sklepieniu nieba przebiegają, i pokrywają, w jednėm mgnieniu oka,

niebo jasnością jednę tylko chwilę trwającą, pojawiając się i niknąc, trudne są do dostrzegania. Kule ogniste widziémy kształtu okrągłéj tarczy, znacznego promienia, dochodzącéj często do wielkości tarczy księżycowéj; a ich światło jest tak silne, jak światło księżyca w pełni. Często są okolone mgłą, lub ciągną za sobą warkocz, który kilka minut widziéć można. Niektóre pękają nagle, rozrywają się na kawałki, bieżą i gasną, nim na ziemię spadną.

Arago wylicza ich 813, z których 35 tylko były aerolitami. Liczne dostrzeżenia przekonały, że pierwszych sześć miesięcy roku wypada na miesiąc średnio po 50 kul ognistych, w ostatnich zaś sześciu miesiącach po 85. Ziemia zatém napotyka więcéj kul ognistych od punktu odsłonecznego do przysłonecznego, aniżeli na drugiéj połowie swojéj drogi:

Podciągnięte to zjawisko pod rachunek, dawniéj za niepodobny uznany, wskazało, że wysokość, w których się kule ogniste pokazują, wynosi od $1^1/_2$ do 64 mil, a ich średnice mają 100 do 12000 stóp; biegną one przed-

kością wynoszącą od 8400 do 235000 stóp na sekundę; ponieważ zaś prędkość ziemi wynosi średnio 94000 stóp, a zatém niektóre z nich biegną $2\frac{1}{2}$ razy od niéj prędzéj.

W Bonn 16 Stycznia 1864 r. o godzinie 6téj i minut 25 widziano spadającą od strony północno - wschodniéj ku południowo - zachodniéj kulę ognistą, która miała półstopy średnicy. Szybkość jéj biegu była mierna, swiatło białe, za nią zaś postępował warkocz od 5 do 6 stóp długi. Odległość jéj od powierzchni ziemi była nieznaczna.

Kule ogniste należą do rzędu ciał planetarnych, o czém przekonamy się dowodnie, poznawszy *gwiazdy spadające*, a które zjawisko lud *czyszczeniem się gwiazd* zowie. Te przemijające zjawiska na niebie, te szybko przesuwające się punkta świécące, linijki zakreślające, te chwilowe ozdoby nieba, podlegają tym samym prawom biegu, co i planety. Tak jest, ponieważ wiémy, że częstokroć los i przypadek podały trwałość i ustaliły prawa, o których nawet niepomyślano. Tak też i gwiazdy spadające przestały być meteora-

mi, dostrzeżenia odsunęły je poza granicę atmosfery i zrobiły ulubionémi dziećmi świata słonecznego; planety są ich rodzone siostry, témi samémi co i one prawami rządzone. Najtroskliwsze dostrzeżenia dowiodły, że one rzadko, z góry spadając, wierzchołków Andów sięgają i nikną; zniżają się do jednéj mili nad poziom morza i okazują się wysoko 4 czasem 40, a nawet i 60 mil. Heiss w Münster mówi, że dnia 10 Lipca 1837 r. gwiazda spadająca okazała się jednocześnie w Berlinie i Wrocławiu, 62 mil nad poziomem, a zgasła o 42 mil oddalona. Z tą wysokoscią zgadza się i prędkość, z jaką gwiazdy spadające w przestrzeni bieżą; i chociaż chwilowym jest ich pojaw, to jednak 40 mil często przebiegają; prędkość ich wynosi $3^1/_2$ do 9 mil na sekundę. Juliusz Schmidt i Heiss mówią o jednéj, która miała prędkość $3^1/_2$ mil; obserwowano też i takie, które posiadają prędkość 12 do 24 mil, a témsamém bieżą z prędkością 3 do 6 razy większą, jak planety; to wszystko przemawia za ich kosmicznym początkiem.

Niektóre gwiazdy spadające mają swój kształt, ponieważ wiele z nich ciągnie za sobą linijkę światła, którą nie można przypisywać trwaniu działania światła na retynę, podobnie jak się to dzieje z iskrą patyczka zapalonego i w kółko poruszanego. Dziwne tu się przedstawiają widoki: gwiazdy spadające pokazują się okolone równoległemi kręgami, szerszemi i świetlejszemi w środku, a tam najszerszemi i najświetlejszemi, gdzie giną. Często uderzające dostrzegano zmniéjszanie się światła ku środkowi, co jak wiémy z nauki o kometach, wskazuje kształt ostrokręgu wydrążonego, lub takiegoż walca. Przeszliśmy stosownie od komet do tych gwiazd, siostrzyc nie tylko komet, ale i planet. Widziémy tu pokrewieństwo, powinowactwo, związek pomiędzy wszystkiémi ciałami świata słonecznego.

Najwalniejszy dowód kosmicznéj ich przyrody jest zapewne ta peryodyczność, z jaką się pojawiają. Nie masz nocy, w którejbyśmy 4 lub 5 na jednę godzinę nie widzieli, a nawet i więcéj. Herick, w New-Haven, wy-

rachował, że każdy z cztérech dostrzegaczy, czwartą część nieba dostrzegający, może dostrzedz ich średnio 30 na godzinę. Podług tego wypada, że gwiazd spadających musi być przynajmniej 3 miliony w przestrzeni nieba. Coulvier - Gravier, który tylko sześć na godzinę przyjął, doszedł, że w Paryżu w ciągu roku można dostrzegać 53000 gwiazd spadających.

Stare już kroniki wspominają o ognistych strzałach, a Arabowie porównywali je z ciągnięciem szarańczy. Starożytne irlandzkie podanie mówi o ognistych łzach św. Wawrzyńca, płaczącego co rok w dniu święta swojego, dnia 10 Sierpnia. Na koncylium w Klermont, dnia 10 do 12 Kwietnia, widziano, jak kronikarze głoszą, 1095 gwiazd spadających tak gęsto od północy do świtu, jak najgęstszy grad. To zjawisko brano za zwiastuna ciągnienia całego chrześciaństwa na wojny krzyżowe, w których krew potokami płynęła. I na schyłku przeszłego wieku wspaniałe zjawisko zwróciło wszystkich na siebie uwagę i odznaczyła się noc 12 Listo-

pada 1799 r. Przez siédm przeszło godzin nocy téj, od równika do koła biegunowego, w Brazylii, w Labradorze, w Niemczech i w Grenlandyi, miliony gwiazd przeciągały, jaśniały i ginęły. Cóż to za wzniosłe widowisko, trudno sobie coś podobnego wyobrazić. Humboldt, który wtedy z Bonplanem w Kumana bawił, mówi, że kule wielkości tarczy księżycowéj, niezliczone gwiazdy spadające w kierunku od północy ku południowi, kreśliły i krzyżowały na górném niebie liczne i długie fosforyczne linijki. Trzydzieści lat późniéj, to jest w roku 1832, te same zjawiska powróciły z równą świetnością: Europa, Arabia, Stany Zjednoczone, widziały miryady spadających gwiazd. W jedném miéjscu we Francyi robotnicy uciekli od roboty wśród deszczu ognistego, a Leverrier opowiadał, że kilka godzin trzebaby było na ich przeliczenie, wtenczas nawet, gdyby się były zatrzymały. W nocach 12 i 13 Listopada 1833 r., Denison w Olmstedt przy Newhaven, i Palmer w Boston, w różnych stronach nieba dostrzegali tak wielką ich liczbę,

że je porównywano z płatkami śniegu, gęsto unoszącego się w powietrzu; jeszcze przy końcu tego zjawiska rano o godzinie 6éj naliczono ich w kwadransie 650, zkądby wnioskować należało, że wtenczas 240000 przynajmniéj gwiazd przeleciało. Wtenczas to dostrzeżono, że największa liczba gwiazd wybiega z punktu nieba, blizkiego *Regulusa*, należącego do konstellacyi *Lwa*. Przypomniano sobie także wtenczas noc z r. 1799 i wnioskowano, że gwiazdy przelatują w pewnych peryodach daleko liczniéj, aniżeli innych dni.

Listopadowe zjawisko nie pozostało się jedynym, a owe łzy św. Wawrzyńca nakłoniły Queteleta do zwrócenia uwagi na noc dnia 10 Sierpnia. Dostrzeżenia od roku 1834 do roku 1840 oznaczyły peryod od 9 do 14 Sierpnia; inne ustanowiono od 20 do 25 Kwietnia, od 26 do 30 Lipca, od 2 do 5 Sierpnia, od 19 do 26 Października i nakoniec od 9 do 12 Grudnia: naliczono, że w tych peryodach spada na godzinę od 15 do 20 gwiazd, a były i takie chwile, gdzie ich naliczono od 60 do

70. Nadto wszystkie spadają w jednym kierunku, a rozproszone tylko grupy gwiazd spadają w różnych kierunkach. Wspomnieliśmy, że w peryodzie listopadowym wychodzą te gwiązdy z konstellacyi *Lwa*; w sierpniowym zaś dostrzeżono, że wychodzą od gwiazdy *Algol*, znajdującéj się w *Perseuszu*; są także takie punkta wyjścia w gromadzie *Kassyopei* i na głowie *Smoka*.

Ermann mówi, że drogi kamieni spadających, podobnie jak i drogi takich gwiazd, przecinają się z ekliptyką i tworzą zamknięty pierścień, z milionów małych ciał niebieskich złożony. Z powodu niejednostajnego grupowania się tych drobnych ciał, szerokość tego pierścienia jest tak znaczna, że ją często ziemia kilka dni przechodzi.

Słońce nawet zaćmienia się tak dalece, że gwiazdy w dzień, a nawet w południe można widzićć, jak to miało miejsce roku 1547. Ani dymy do góry wznoszące się, ani wulkaniczne popioły, ani tumany sadzy, nie tłomaczą tego zjawiska. Menier opowiada, że 17 Czerwca przez 5 minut małe kuleczki przed tarczą

słońca przeciągały. Ermann i Petit dostrzegli, że roje gwiazd sierpniowych w Lutym, a listopadowe w Maju przed tarczą słońca przeciągają.

W bezdenne odległości zapędziliśmy się za kometami, a te ogniste meteory i gwiazdy spadające zwróciły nas napowrót do ziemi. Chwilę zabawiliśmy się na niéj, a teraz wznosimy się za granicę świata słonecznego; podróżować będziemy pomiędzy gwiazdami, i tu wykryjemy to samo prawo Newtona, prawo powszechnego ciążenia.

Pogadanka 21.

Opisanie sklepienia nieba, pokrytego miryadami gwiazd. Liczba gwiazd pierwszéj wielkości. Dochodzenie stosunku ich światła. Dochodzenie bezdenności nieba. Wyznaczenie średnic gwiazd. Dochodzenie ich wielkości. Liczba gwiazd.

Cóż może być okazalszego, wspanialszego, jak noc pogodna, mroźna, grudniowa, któréj ani księżyc nie oświéca, ani żaden obłoczek nie zachmurza. Cudny obraz unoszących się gwiazd niezliczonych rozwija wtenczas niebo nad nami. Droga mléczna płynie, jak srebrzysty strumień, a na niéj błyszczą gwiazdozbiory: *Orzeł, Łabędź, Kassyopea, Perseusz* i *Woźnica*. W głębi południowo-zachodniéj po stronie nieba jaśnieje *Fomalhaut* w *Rybie południowéj*; daléj ku południowi błyszczą

gwiazdy *Wieloryba*, a jeszcze dalėj *Andromedy*. Zachodnią część nieba zdobi *Pegaz*, a wschodnią *Oryon*, prawdziwa ozdoba niebios. Na północy, naprzeciw obydwóch Niedźwiedzi, błyszczy *Lutnia* z jaśniejącą *Wegą*, *Herkules* i *Korona północna*. Takie to noce wzbudziły zamiłowanie starożytnych do tėj wzniosłėj nauki; wszakże niebo i dziś rozbudza w nas wzniesienie myśli do Boga i rozpowiada chwałę Jego [1]).

Podobnie jak człowiek samotny, w dolinie okolonėj stromemi skałami, pragnie ulecieć na zewnątrz, kiedy powiéw wiatru zaniesie w jéj wnętrze nieznany mu kwiatek lub okaz, będący dowodem ciągle wzrastającéj oświaty; tak promyk światła z głębi niebios przybywający, budzi w nim chęć poznania tego licznego szeregu olbrzymich światów. Ale, podobnie jak w każdėj innėj nauce, postępowano tu wolno i wieki upłynęły od pierwotnego peryodu, aż do tego czasu w którym począt-

---

[1]) Zobacz mappę nieba.

kowe twory fantazyi zamieniły się w rzeczywistość. Poznanie prawdziwych położeń gwiazd, ich drobnych zmian, w których się bieg ziemi z wszelkiemi przeszkodami, jak w zwierciadle odbija, skłania człowieka, ażeby gwiazdy te uważał jako drogoskazy, prowadzące nas do poznania biegu planet i komet. Położenie to gwiazd powinno być ściłe i dokładne, i dla tego też ugrupowanie starożytne gwiazd w konstellacye okazało się niedostatecznèm; rozciągnięto więc siatkę na niebie dla oznaczenia nietylko ich miéjsc, ale i wykrycia drobnych zmian, jakim podlegają; zwrócono więc uwagę na różny stopień blasku gwiazd, od którego fizyonomia niebios głównie zależy. Obraz nieba przeziéra się w duszy naszéj, pozór niknie, rzeczywistość powstaje, a bezdenną przestrzeń wypełniają te punkta świetne, te słońca, które wiecznym prawom posłuszne, światło swoje własne do oka naszego przesyłają.

Już Hipparch podzielił gwiazdy, gołém okiem widzialne, na sześć klass, które *wielkościami* nazwał, zamieszczając w piérwszéj

klassie najświetniéjsze; w nowszych czasach rozciągnięto ten podział do 20éj wielkości, przy pomocy lunet i teleskopów wynaleziorych i coraz bardziéj doskonalonych. W ogólności liczymy gwiazd pierwszéj wielkości od 17 do 21.

Od początku wieku ośiemnastego stosunek światła gwiazd nabrał bardzo wielkiéj wagi; są albowiem zjawiska, które od mocy światła, jakiém gwiazdy świécą, pochodzą i to spowodowało, że szukano sposobów różnych do oznaczenia téj mocy. Narzędzia ku temu wymyslone zowią się *fotometrami*. Już to gwiazdy porównywają się z cieniem sztucznym rzuconym, w różnych odległościach ustawionych świéc; już dochodzi się ich blasku przez porównanie gwiazd z sztucznemi gwiazdami, które się na szklannych, lub metalowych, kulach przez odbicie tworzą; już téż używa się do tego szkieł płaskich różnéj grubości i różnego koloru i przez nie przepuszcza się światło gwiazdy. Używa się także dwóch przy sobie stojących zwierciadlanych teleskopów téj saméj mocy, i przy pomocy kółek

papiérowych dowolnego otworu, przyprowadza się dwie gwiazdy do tego samego blasku. Inni porównywali bezpośrednio dwie gwiazdy, uważając je w polu widzenia tego samego teleskopu. Inni używali lunet z przepołowioném szkłem przedmiotowém, to jest *heliometrów*; inni znowu odbitego przez pryzma obrazu księżyca lub Jowisza. Arago nareszcie użył do tego polaryzowanego światła, i sposób ten bardzo wiele obiecuje. Wyznać jednak musiemy, że wszystkie fotometry nie odznaczają się taką dokładnością, jak narzędzia dające położenia gwiazd.

Pomimo niedokładności fotometrów, John Herszel założywszy, że światło głównéj gwiazdy w *Centaurze* wyraża liczba 1000, doszedł że *Syryusz* ma takich jedności światła 4165, *Kanopus* 2041, *Arkturus* 718, *Rygel* 601, *Kapella* i *Wega* po 510, *Beteigeuze* 489, *Aldebaran* 448, *Antares* 391, *Altair* 350, *Kłos* 312. Chciano tu wprowadzić to ogólne prawo słabnięcia światła w miarę odległości, to jest: że światło gwiazdy jest cztéry, dziewięć, szesnaście i t. d. razy słabsze, kiedy

gwiazda zajduje się w odległości dwa, trzy, cztéry i t. d. większéj; ale to nie ma tu miejsca. John Herszel doszedł także, że średni blask gwiazd pierwszéj wielkości jest 500, drugiéj 172, trzeciéj 86, czwartéj 51, piątéj 34, a szóstéj 25. Oznaczył on nadto stosunek światła pomiędzy słońcem, księżycem i gwiazdą, z którego wniósł, że księżyc w pełni ma 27400 razy światło większe jak gwiazda główna w *Centaurze*, a słońce 22000 milionów razy większe od światła téj ostatniéj gwiazdy Wollaston doszedł, że światło słońca jest 801702 razy większe od światła księżyca w pełni. Te to stosunki światła i blasku gwiazd, ich liczba i podział na niebie były pierwszym krokiem wejścia w głębie nieba gwiaździstego.

Smiałą tę myśl *zmierzyć bezdenność nieba*, powziął Wilhelm Herszel. Założył on, że gwiazda pierwszéj wielkości, odsunięta do odległości dwa razy większéj, staje się gwiazdą drugiéj wielkości; to jest związał on odległości gwiazd z ich blaskiem, używając do-

tego sposobu *sondowania*, przez zapuszczanie się coraz daléj w głębie przestrzeni nieba.

Struve w nowszych czasach dochodził tych stosunków inną drogą; miał on wzgląd nietylko na liczbę gwiazd różnéj wielkości, ale i na ich coraz gęściejsze rozłożenie ku drodze mlecznéj. Struve wnioskował nadto, że gwiazdy wcześniéj dla oka nikną, aniżeliby powinny, stosownie do swojéj odległości i mocy światła: że światło gwiazd słabieje na drodze do nas, a ztąd że przestrzeń nieba nie jest zupełnie przezroczysta i wolna od wszelkiego środka.

Wniosek ten stwierdza i to, że pomimo niezliczonego mnóstwa gwiazd, sklepienie nieba nie jest jednostajnie oświetloném, ale pojedyncze tylko miéjsca, na tle ciemném, przyświécają.

Jakikolwiek sąd wydać można o wartości takich naukowych przypuszczeń i na nich opartych wyników; to jednak nastręczają one prawdopodobny pogląd co do przestrzennéj rozległości świata gwiaździstego. Daléj na téj drodze postępować, nowe na niéj budować

prawa, byłoby to śmiałym, ale niepewnym, krokiem stąpać. Niedaleko może jesteśmy od tego, ażebyśmy z odległości tych nie mogli wnioskować o wielkości światów, chociażby tylko w przybliżony sposób. Wymiar natężenia światła nastręcza te wielkości, albowiem największa liczba gwiazd mają znaczne tarcze; a już i ta okoliczność, że się i przy użyciu większego powiększenia, średnice tych tarcz pomniéjszają, dowodzi, że tarcze te były tylko złudzeniem, chociaż przez długi czas sądzono, że ich średnice wymierzyć się dadzą.

Taki jest obraz przestrzennych stosunków świata gwiaździstego: jest to obraz podobny do niedokładnego obrazu okolicy, o któréj zebraliśmy wiadomości ulotne i niepewne, są to wątpliwe rysy, których prawdziwy kształt dopiéro z samego miéjsca dostrzegamy. Wszędzie napotykaliśmy trudności, a ztąd i wnioski nasze w szczupłych zamknięte są granicach. Obraz ten tak niedokładny, biorąc z sobą w podróż, uzupełnijmy go podaniem liczby gwiazd i światów znajdujących się w przestworze nieba.

Hipparch na Italskiém niebie nie liczył więcéj gwiazd jak 1600; a Ptolomeusz podał nawet w kopii jego katalogu, który się w Almageście znajduje, właściwie tylko 1026: tak mała liczba gwiazd tyle zastanawiała niektórych uczonych, że Pliniusz dokładną wiadomość liczby gwiazd zostawił Bogom i przekazał ją następnym pokoleniom. Argelander powiada, że gołém okiem widzialnych dla nas gwiazd jest 4022, i dodaje, że na całéj kuli nieba jest takich gwiazd 5000, to jest: wielkości pierwszéj 20, drugiéj 65, trzeciéj 190, czwartéj 425, piątéj 1100 szóstéj 3200, razem jak wyżéj 5000 gwiazd, dla silnego oka widzialnych. W siódméj klassie liczą 13000, w ósméj 40000 a w dziewiątéj 142000. Struve mówi, że przez dwudziesto stopowy teleskop Herszla można widzieć gwiazd 20374000, a Herszel sam powiedział, że przez swój czterdziesto stopowy teleskop naliczył 18 milionów na saméj tylko drodze mlécznéj.

Pogadanka 22.

Ruch własny gwiazd. Prace pod tym względem Bessla, Argelandra i Mädlera. Słońce ze wszystkiemi należącemi do niego ciałami posuwa się w kierunku gwiazdy w konstellacyi Herkulesa.

Podobnie jak przestrzeń, tak i liczba światów jest nieskończona i w tych to błyszczących niezliczonych gwiazdach dostrzegamy po znacznym przeciągu czasu, przy pomocy silnych lunet, małe i powolne ruchy, których poznanie jest głównym celem *astronomii sideralnéj*.

Cała tu rzecz polega na dokładném zbadaniu nieba, wykrywającém jednakowe, lub różne odległości kątowe, a to prowadzi do poznania ruchu i odmian, którym gwiazdy podlegają. Powątpiewać tylko możemy czy to

są własne ruchy gwiazd, czyli też pochodzą one od naszego dwojakiego ruchu, to jest: obrotu dziennego i biegu rocznego ziemi; lecz i tę wątpliwość usunęły dostrzeżenia pilne, tak co do rodzaju, jak i kierunku tego ruchu.

Widok zewnętrzny nieba, zdaje się nieuzbrojonemu oku ciągle trwać ten sam teraz, co i przed wiekami; mała liczba krążących planet i komet, meteorytów i gwiazd spadających, nie zmiénia tego widoku; cofanie się punktów równonocnych, kołysanie się osi ziemskiéj, może wprawdzie dla pewnego miéjsca nowe gwiazdozbiory odsłonić, ale nie może je rozdzielić lub w nieznane grupy ułożyć. Przed 2000 laty Hipparch zanurzył swoje bystre oko w niebo, i nie ufając pamięci swojéj, spisał gwiazdy i ich położenia. Do początku przeszłego wieku postępowała nauka z zawiązanémi oczyma, dopiéro Halley je odwiązał. Jego przenikliwy wzrok zbadał na nowo niebo, porównał nowy jego widok z dawnym i swój katalog z spisem przed 2000 lat ułożonym. *Syriusz, Arkturus, Aldebaran*, nie stały już tam, gdzie je grecki astronom wi-

dział; błędy dostrzeżeń, narzędzi, żadne złudzenia nie zdołały tego wyjaśnić; nie było to przyczyną cofania się punktów równonocnych, ani aberracyi światła, ale odmiany te, które z czasem położenia gwiazd względem siebie zmieniały, były właściwéj natury. *Syriusz* wydalił się z swojego dawnego sąsiedztwa i okolił się nowémi towarzyszkami; nie jedna gwiazda, która przy drugiéj na wschód leżała, teraz już na zachodzie błyszczy. Postępowano tą ścieżką wiek cały i znaleziono, że przy najstaranniéjszych dostrzeżeniach, przy użyciu najdokładniéjszych narzędzi, to posuwanie się gwiazd miało miejsce. Dostrzeżono ruch własny gwiazd, i gwiazdy odtąd nie są już stałe, i słońce nawet wyruszyło z swojego spoczynku. Rozmaitość ruchów łączyła się z rozmaitością odległości gwiazd, i tylko, jakeśmy wyżéj powiedzieli, przypisać można to było, albo naszemu ruchomemu stanowisku, albo własnemu ruchowi gwiazd: w tém cała wątpliwość, nim ją jednak rozwiążemy, potrzeba się z témi ruchami gwiazd dobrze obeznać.

Zasługa oznaczenia własnego ruchu gwiazd należy się Besslowi, Argelandrowi i Mädlerowi; ten ostatni porównał katalog Bradleja z r. 1755 z swojémi dostrzeżeniami z lat 1847 do 1855 i znalazł, że z 3136 gwiazd jedne nawet jednéj sekundy zmiany w stuleciu nie robią, gdy tymczasem drugie kilka sekund w roku. Największych odmian spodziewano się z początku dostrzedz w bardzo świetnych, a tém samém bardzo blizkich gwiazdach, i rzeczywiście dostrzeżono, że ruch własny *np.* głównéj gwiazdy *Centaura* wynosi w stu latach 358 sekund; ale ta zasada nie jest ogólna, ponieważ ruch własny *Beteigeuze* i *Rigla*, tych dwóch świetnych gwiazd w *Oryonie*, wynosi tylko w 100 latach 5 i 3,5 sekund. Największe dotąd dostrzeżone ruchy gwiazd odnoszą się do gwiazd drobniéjszych, jak *np.* ruch 61éj gwiazdy w *Łabędziu*, która jest gwiazdą 5éj wielkości, wynosi 522 sekund. Jakkolwiek małe są te biegi, jednak po upływie wieków są one znaczne, i tak: *Arkturus* oddalił się o 2½, gwiazda w *Łabę-*

Pogadanka 23.

Opisanie gwiazd nowych. Tłomaczenie zjawisk takich gwiazd. Gwiazdy zmienne, ich liczba i opisanie. Kolory gwiazd.

Wiara w wieczność i niezmienność nieba gwiazdzistego zachwieje się, gdy krok na niém postąpimy. Te niezliczone światy poruszają się, a gwiazdy mają swój własny bieg, odsuwający gwiazdozbiory i zmiéniający postać nieba. Ale te przemiany nie są jedyne, i gwiazdy odwieczne zgasnąć muszą; światło nauki zaciéra je, a zmiany co do mocy światła występują. Spojrzyjmy na drogę mléczną, która całe niebo opasuje: ileż to wspaniałych gwiazdozbiorów nurzają się w tym bladym oceanie światła; trzy głównie konstellacye zastanawiają nas: *Kassyopea*, *Łabędź* i *Wężownik*; a i *Niedźwiadek* w zwierzyńcu rozpo-

ściera swoje liczne nogi. Te cztery gwiazdozbiory są widnią najcudniéjszych zjawisk.

Podania Chińczyków zasięgają roku 134 przed naszą erą, i Hipparch wspomina o Pliniuszu, którego podziwienie stało się powodem do jego katalogu. Pisarze rzymscy za czasów Cesarzy, arabscy i germańscy astronomowie, wspominają o podobnych zjawiskach, ale dopiéro za nowszych czasów odkryto sześćdziesiąt pięć *nowych gwiazd*, a mianowicie: w *Niedzwiadku*, w *Wężowniku*, w *Kassyopei*, w *Łabędziu*, w *Centaurze*, *Strzelcu*, *Orle*, *Baranie*, a zatém wszystkie blizko *drogi mlécznéj*. Taka to nowa gwiazda okazala się astronomowi Tycho Brahe, podczas pobytu u swojego wuja Steno-Bille w ówczesnym klasztorze Herrycwald, wieczorem dnia jedynastego Listopada 1572 r., prawie w zenicie w *Kassyopei*, kiedy powracał z swojego chemicznego laboratoryum. Nie można mu to wziąść za złe, że sobie nie dowierzał i robotników wezwał, ażeby sprawdzili; była to gwiazda tak świetna, jak *Syryusz* i *Jowisz*, która w nocy przyświecała, a w dzień nawet

gołém okiem widzialną była. Przy końcu roku bledniała ona i jéj światło czerwonawe było podobne do *Marsa*; w Kwietniu i Maju następnego roku znowu natężenie jéj światła rosło, jednak doszło tylko do drugiéj wielkości: w Grudniu zmalała do piątéj wielkości, a w Marcu 1574 roku zgasła zupełnie, świécąc przez 17 miesięcy. W Październiku roku 1604 spostrzegł Brunowicki w Pradze czeskiéj nową gwiazdę w konstellacyi *Wężownika*, o czém Keplerowi doniósł: astronom ten obserwował ją aż do Stycznia r. 1607, w którym czasie gwiazda ta zupełnie znikła; świéciła ona zatém 15 miesięcy.

Zajaśniała także w roku 1670 w blizkości głowy *Łabędzia*, gwiazda trzeciéj wielkości, która po trzech miesiącach znikła, a w następnym roku błyszczała, jak gwiazda czwartéj wielkości, i znowu znikła. Kassini widział ją w r. 1672 piątéj wielkości, a i ta potém znikła i dotąd widzialną nie była.

Sto siedemdziesiąt kilka lat upłynęło od tego czasu, i pomimo to, że niebo dostrzegano jak najpilniéj lunetami silnemi, pomimo tak

starannych katalogów, nie widziano żadnéj takiéj cudownéj gwiazdy; dopiéro na dniu 28 Kwietnia 1848 r., znany astronom Russel Hind w Londynie, odkrył nową gwiazdę czwartéj do piątéj wielkości, która się w *Wężowniku* pojawiła; w r. 1850 zmalała ona do jedynastéj wielkości i nareszcie znikła. W tymże samym roku pokazała się także nowa gwiazda szóstéj wielkości w Oryonie; dostrzegł ją Schmidt w Ołomuncu. Dnia 13 Maja 1866 r. Inżynier francuzki Courbebaisse w Roscheford, postrzegł nową gwiazdę w konstellacyi korony północnéj trzeciéj wielkości, która blaskiem swoim równała się z gwiazdą alfa korony i po dwóch dniach światło jéj zaczęło się zmniejszać stopniowo, pózniej widziana była tylko w lunecie, a w koncu znikła zupełnie.

Tak rzadkie zjawiska, a tak liczne, za czasów Tychona i Keplera, ośmielały do wierzenia razem z Arystotelesem w wieczność i niezmienność nieba; zawsze to jednak było śmiałą myślą Herszla, który utrzymywał, że nowa gwiazda Tychona była utworem nagroma-

dzonéj w przestrzeni rzadkiéj i subtelnéj materyi. Największa liczba uczonych temu jednak nie wierzyła, filozoficzna wiara przemagała nad umiejętném badaniem. Wielu z nich utrzymywało, że gwiazda ta ma byt swój od początku świata, i że to jest ta sama, która przyświécała Magom, zwiastując im narodzenie Zbawiciela świata. Ta to gwiazda zbliżyła się, mówili oni, tak dalece do słońca, że stała się dla nich widzialną; potém zaś, oddalając się od niego w prostéj linii, znikła zupełnie.

Nawet Tycho był co do tego w błędzie: przypuszczał on, że światy powstają i z czasem giną, podobnie jak człowiek lub inne istoty organiczne. Kepler w r. 1604 sądził nawet, że gwiazdy te mają jedne strony ciemne, drugie jasne, i obracają się około swoich osi; ztąd raz dla nas są widzialne, a drugi raz niewidzialne.

Podobnémi cechami, czyli własnosciami odznaczają się także gwiazdy *zmienne*. Taką jest przed 200 laty odkryta przez Heweliusza „*Mira*“ gwiazda dziwna, która w 331⅚ dniach

przechodzi od drugiéj do szóstéj wielkości, i znowu napowrót coraz mocniéj błyszczy. W konstellacyi *Perseusza* jest także gwiazda *Algol* na głowie *Meduzy*, która w 68 godzinach 49 minutach przechodzi od drugiéj do czwartéj wielkości, i wraca napowrót do początkowego światła. Przytoczyć tu możemy wiele innych: gwiazda trzeciéj wielkości w *Lutni*, mała gwiazdeczka w *północnéj Koronie*, takaż mała gwiazdeczka na *Tarczy Sobieskiego* i t. d. Sześćdziesiąt pięć gwiazd takich postrzeżono, wszelako trudną i dotąd niedocieczoną jest teorya, tłomacząca ich zmiany; przypuszczalny obrót gwiazd zniósł Arago, chociaż niewiadomo, czy inne jakie tłomaczenie podał.

Panującym kolorem gwiazd jest biały, ale są też często gwiazdy koloru czerwonego, żółtego, błękitnego, zielonego i fioletowego.

I tak niezaprzeczenie *Syryusz*, *Wega*, *Regulus* i *Kłos* mają światło białe; *Aldebaran*, *Arktur* i *Beteigeuze* są gwiazdami koloru czerwonego; *Procyon*, *Kapella* i *Altair* są żółtego. Z dwóch gwiazd *Bliźniąt*, *Kastor* jest zielon-

kowaty, a *Polluks* czerwonawy; gwiazda *biegunowa* jest koloru żółtego; *Mira w Wielorybie* odznacza się kolorem czerwonym: są także gwiazdy błękitnawe i purpurowe.

Otworem stoi dla nas niebo, wnijdźmy do niego i przemierzmy wzajemne gwiazd odległości.

Pogadanka 24.

Dochodzenie odległości gwiazd od ziemi. Prace na tém polu astronomów.

Ścisłe i dokładne oznaczenie położenia każdéj gwiazdy, po wprowadzeniu poprawek pochodzących z cofania się punktów równonocnych, kołysania się osi ziemskiéj, i zmiany jakiéj promień światła w biegu swoim doznaje [1]), jest warunkiem do wymierzania od-

[1]) Doświadczenie uczy, że zanurzywszy walczyk, naprzykład drut od pończochy, ukośnie w sklankę wody, ten wydaje się złamany, podobnie też promień światła, przechodząc z eteru do coraz gęstszych warstw powietrza, załamuje się w każdéj z nich i dochodzi do oka w linii krzywéj wypukłéj; oko zaś, odnosząc to wrażenie w kierunku linii stycznéj do téj krzywéj, nie widzi gwiazdy na prawdziwem jéj miéjscu, ale nieco wyżéj; a poprawka dostrzeżeń

ległości gwiazd od ziemi. Ruch własny gwiazd przekonał nas, że te nie są od nas jednakowo oddalone, kulistość bowiem nieba, pochodzi tylko od granicy wzroku naszego: jest to powierzchnia, na którą się wszystkie gwiazdy rzucają w tych punktach, w których promienie oczne ją przecinają.

Ponieważ bezpośrednio z sążniem w ręku, lub łańcuchem mierniczym, nieba przemierzyć nie możemy; musiémy się zatém udać do takich sposobów, jakich geometra do mierzenia odległości niedostępnych przedmiotów na ziemi używa. Jedno oko nie sądzi o odległości, potrzeba do tego obu oczów, ponieważ kąt zawarty pomiędzy dwoma promieniami ocznémi, do dwóch przedmiotów skierowanémi, odległość pomiędzy niémi dopiéro ocenia. O tém łatwo przekonać się możemy, zawiązawszy jedno oko i wziąwszy szczypce dla objaśnienia świécy, będziemy raz poza świécę sięgać, drugi raz przed świécą dotykać.

---

ztąd wynikająca zowie się *refrakcyą* czyli *załamaniem się promieni światła w powietrzu.*

Ta różnica kierunku dwóch oczów jest gruntem mierzenia odległości; jest to parallaksa astronomów. Można powiedzieć, że dla astronoma ziemia stała się głową, a jego oczy są strażnicami. Jeżeli jednoczesne dostrzeżenie z dwóch strażnic da nam różnicę położenia jednéj i téj saméj gwiazdy; wtenczas znaleziona jest parallaksa téj gwiazdy, a ztąd i jéj odległość od ziemi; gdyż taki zachodzi związek między parallaksą i odległością, iż odległość gwiazdy wyrażona w średniéj odległości ziemi od słońca, równa jest promieniowi koła wyrażonemu w sekundach 1406265" podzielonemu przez parallaksę.

Wprawdzie ta odległość od tego zależy, jak dalece możemy tę różnicę kierunków ocenić. W muskularnym ruchu oczów posiada astronom swój kątomierz i mikrometer; ale zapytajmy, czy go te narzędzia nie opuszczą tak, jak go opuszczają oczy przy odległościach 1000 lub więcéj stóp wynoszących. Musiémy sobie wyobrazić, że kulka, jeden cal średnicy mająca, w odległości 3438 cali, czyli 286 stóp, obejmuje tylko kącik jednéj minu-

ty; a w odległości 206205 cali, czyli przeszło 17000 stóp, jednę tylko sekundę. Ten sam stosunek służy i dla nieba. Parallaksa jednéj sekundy odpowiada 206205 razy większej odległości; jest to jedność miary, przy pomocy któréj wyrażamy odleglości w przestrzeni nieba. Możemy sobie to i tak wyobrazić, jak gdyby oko nasze znajdowało się w środku gwiazdy i obejmowało na ziemi linię poprowadzoną pomiędzy dwoma oznaczonémi miejscami. Łatwo teraz wyrachować, że 350 milionów mil potrzeba, ażebyśmy ziemię pod kącikiem jednéj sekundy widzieli. Widziémy zatém, że jéj średnica 1719 mil wynosząca, dopiéroby nam się pokazała pod kącikiem jednéj sekundy, gdybysmy o 350 milionów mil byli oddaleni. Odległość ta nie dosięga nawet Neptuna, a ztąd byłoby niedorzecznością szukać parallaksy gwiazd w takiéj odległości.

Wielkich odległości nie możemy także na ziemi mierzyć, bo czucie nasze wtenczas ustaje, a umysł skierowania oczów nie dostrzega. Robimy wtenczas podobnie ak jednooki,

który wtedy głową porusza. Bierzemy zatém odległość znaną na ziemi i porównywamy pozorne położenie odległego przedmiotu z dawném; tym sposobem otrzymujemy parallaksę, z któréj wnioskować możemy o szukanéj odległości.

Kiedy Kopernik swą prawdę objawił, że cała droga ziemska w porównaniu z odległością gwiazd jest tylko punktem, nie była ona przypuszczeniem w nauce, ale była, jest i będzie prawdą opartą na parallaksie gwiazd.

Kiedy ziemia znajduje się, około d. 1 Stycznia, w punkcie przysłonecznym, a po sześciu miesiącach d. 1 Lipca, w odsłonecznym, wtenczas skierowawszy lunetę na gwiazdę, jeżeli się dwa promienie oczne zéjdą, to parallaksa téj gwiazdy będzie wyznaczoną, a ztąd i jéj odległość; ale jeżeli te dwa promienie są równoległe, wtedy nie ma parallaksy, i odległość jest nieskończona. Do połowy szesnastego wieku dokładność narzędzi była tylko taka, że na połowie stopnia trzeba było poprzestać. Tycho Brahe doprowadził ścisłość swoich dostrzeżeń do 5 minut, na po-

czątku XVIII wieku do jednéj minuty, a teraz do jednéj a nawet do $1/_{10}$ sekundy. Tym sposobem odległość gwiazd rosła od 115 odległości ziemi od słońca, i sięgała następnie do 700, a teraz do 206300 i do 2063000 takich odległości.

Ponieważ dawniéj nie były znane wszystkie przeszkody, a mianowicie, oprócz wiadomego poprzedzania punktów równonocnych, które rocznie 50" wynosi, nieznane było kołysanie się osi ziemskiéj 9" wynoszące i aberracya światła [1]) do 20" dochodząca; więc też

---

[1]) Jeżeli jakie ciało, naprzykład kulę bilardową uderzymy, natenczas ciało to biegnie wkierunku linii prostéj i biegiem jednostajnym. Jeżeli znowu ciało to uderzymy jednocześnie w dwóch różnych kierunkach, wtenczas ciało to nie będzie biedz ani w jednym, ani w drugim kierunku, ale wkierunku pośrednim, biegnąc także, jednostajnie po linii prostéj. Kierunek ten wskazuje przekątna równoległoboku na dwóch poprzednich kierunkach wystawionego, którego dwa boki przyległe są proporcyonalne wielkościom dwóch sił uderzających.

nie można było oznaczyć dokładnie parallaksy gwiazd. Teraz kiedy doprowadzono spostrzeżenia do ścisłości $^1/_{10}$ sekundy, a témsamém granicę świata gwiazdowego rozciągnięto prawie aż do 2063000 odległości ziemi od słońca, można wnosić, że parallaksa gwiazd może być z wszelką dokładnością oznaczona. Jednak i tak kilka dziesiątków lat upłynęło, nim prace w tym względzie astronomów uwieńczone zostały.

Nie wszystkie usunięto przeszkody, i tak dwa dostrzeżenia gwiazdy, o pół roku od siebie oddalone, rzucały wątpliwość co do tego

---

Ponieważ światło bieży prędkością przeszło 41500 mil na sekundę, a ziemia prędkością $3^3/_4$ mili, więc nie widziemy gwiazdy wkierunku promienia światła do oka naszego; ale w kierunku przekątni równoległoboku, wystawionego na dwóch bokach proporcyonalnych do prędkosci światła i prędkości ziemi. Z téj przyczyny nie widziemy gwiazdy na swojem prawdziwém miéjscu, ale na pozorném. Zjawisko to, i ztąd pochodząca poprawka dostrzeżeń, zowie się *aberracyą* światła.

samego stanu narzędzia, co do refrakcyi, a nawet co do nutacyi i aberracyi: to zaś wszystko wpływało na oznączenie parallaksy gwiazdy, za którą poręczyć nie można było.

W końcu pytano się, i pytanie to nie było obojętném, która z tylu tysięcy gwiazd jest najdogodniéjszą do spostrzeżeń, i która nastręcza największe prawdopodobieństwo co do zmierzenia tak znacznéj odległości. Tu to dopiéro stanął Bessel, królewiecki astronom, niezrównany praktyk i walny teoretyk, który podając zupełnie nowy sposób, uniknął wszelkich możliwych błędów. Z zaprowadzeniem téj pełnéj dowcipu metody w latach 1832 do 1838 rozpoczyna się szczęśliwa epoka śmiałego wejścia w bezdenność nieba.

Bessel zwrócił uwagę na znane doświadczenie, i to przyjął za zasadę swojéj metody znalezienia parallaksy. Przechodząc przez las widziémy drzewa po prawéj i lewéj stronie i to tém prędzéj poruszające się, im te są bliższę niego. Doświadczenie to przeniósł on na niebo, własny ruch gwiazd nauczył go, że my ze słońcem i całym światem słonecznym

podobnie jak przez las gwiazdzisty pędzimy, i że gwiazdy te po prawej i lewéj stronie, przed wędrującém słońcem, podobnie jąk te drzewa, uchodzą. Jakiż więc wniosek można tu było zrobić? oto, że gwiazdy te które prędzéj pędzą, są nas bliższe. Bessel wniosek ten i ruch własny gwiazd, jako przyczynę ich blizkości, za zasadę swojéj metody przyjął.

Pomiędzy jaśniejącémi gwiazdami *Syryusz* i *Arkturus* znaczny ruch własny okazywały, a témsamém największą nadzieją astronomów napełniały co do wyznaczenia ich odległości. Pomimo to zwrócił Bessel swoją uwagę na małą gwiazdę, liczbą 61 w gwiazdozbiorze *Łabędzia* oznaczoną, która tak wielki bieg własny ma, że od początku ery naszéj o sześć prawie średnic księżyca położenie swoje na niebie zmieniła. Téj to gwiazdy spodziéwał się Bessel oznaczyć parallaksę, i ona go w rzeczy saméj nie zawiodła. Dostrzeżenia jéj były wolne od wszelkich przeszkód, ponieważ używszy do porównania drugiéj blizkiéj gwiazdy, gwiazdy te podlegały równym zmianom tak co do łamania się promieni

światła, jak i co do poprzedzania punktów równonocnych i t. d. a przez to otrzymał ścisły wypadek na parallaksę gwiazdy większéj. Dwie te gwiazdy znajdowały się razem w polu lunety i można było ich kątową odległość mierzyć za pomocą heliometru. Cała może niepewność przywodzi się tu tylko do tego błędnego przypuszczenia, że gwiazdy dalekie nie posiadają parallaksy. Jednak *Bessel* oznaczył téj gwiazdy, to jest 61éj w *Łabędziu*, parallaksę, która wynosi 0,348 sekuud, a co daje na odległość 508540 odległości ziemi od słońca, czyli $12^1/_4$ bilionów mil; światło potrzebuje do przebieżenia téj odległości 9,429 lat. Inni astronomowie: *Wilhelm i Otto Struve*, *Peters*, *Maclear* i *Henderson* tą samą drogą poszli, i wyznaczyli kilkunastu gwiazd parallaksę, a następnie ich odległości od ziemi. Najbliższą gwiazdą z tych, których odległości są znane, jest gwiazda *alfa* w *Centaurze*, światło jednak jéj potrzebuje do przebieżenia jéj odległości od ziemi $3^3/_5$ lat.

W nieprzebytą przestrzeń zaszliśmy tak dalece, że promienie światła, które przed na-

szém urodzeniem wyszły, do oka naszego jeszcze nie doszły. A ztąd gdyby która gwiazda zgasła, to długo byśmy ją jeszcze widzieli, a dopiéro, kiedyby już ostatni z wysłanych promieni do oka naszego doszedł, postrzeglibyśmy że gwiazda ta rzeczywiście zgasła.

Pogadanka 25.

Co to są gwiazdy podwójne, fizycznie podwójne a co optycznie. Nie tylko słońce porusza się w kierunku gwiazdobioru Herkulesa, ale i gwiazdy jedne około drugich, a wszystkie razem około słońca środkowego. Prace na polu gwiazd podwójnych Lamberta, John Michela, Krystyana Mayera, Herszla, Wilhelma Struvego i t. d. Liczba gwiazd podwójnych w katalogu ostatniego. Wyznaczenie dróg gwiazd podwójnych i ich massy.

Biliony mil oddaliliśmy się od naszéj ziemi, ziemia i cały świat słoneczny na punkcik się tylko zamienił, tu odległości mierzy prędkość światła i przez nią wyrażają się odległości jednego od drugiego świata.

Potężne światy, olbrzymie słońca, okalają nas: światy te, coraz gęściéj ułożone w grupy, bawią nzbrojone oko i około spólnego ogniska krążą.

Pięknie błyszczy gwiazda *Mizar*, na ogonie wielkiego *Niedźwiedzia*, która jest podwójną, to jest gołém okiem widziémy tam podłużną gwiazdę, gdzie luneta wskazuje nam dwie: i albo mniéjsza krąży około większéj, albo téż bardzo oddaloną jest od niéj, to jest kącik pomiędzy dwoma promieniami ocznémi, do dwóch tych gwiazd skierowanémi, jest nadzwyczaj mały.

Spójrzyjmy także na jasną gwiazdę w *Pannie*, na *Kastora* w *Bliźniętach*, na główną gwiazdę w *Centaurze*, na gwiazdę leżącą na lewém skrzydle *Łabędzia* i na takąż gwiazdę na paszczy *Lwa*; każdą z tych gwiazd niepojedyńczą, ale podwójną, i różnéj wielkości zobaczymy. Astronomowie gwiazd takich blizko 3600 naliczyli, a prace pod tym względem uniesmiertelniły W. Herszla i Struvego. Gwiazdy podwójne są różnéj wielkości, rozmaitego koloru i znajdują się na całém sklepieniu nieba. Gwiazdy około siebie krążące zowią się *fizycznie podwójnemi*; a te które są bardzo od siebie oddalone, ale w tym samym

prawie kierunku będące, zowią się *optycznie podwójnemi*.

Kopernik zrucił ziemię z tronu, przez co się panowanie słońca ustaliło, jednak nie na długo; ponieważ i ono z całym orszakiem wędruje ku gwiaździe w *Herkulesie* i wszystkie słońca krążą w około słońca *śródkowego*; nie masz zatém spoczynku, wszystko jest w ruchu.

Już przed wiekami mówiono o gwiazdach podwójnych, i dwaj głębokiéj myśli astronomowie, Lambert i John Michel, podali że znajdują się gwiazdy, które, lubo na pozór blizkie, zostają pod wpływem prawa natury, i krążą w około swojego spólnego środka ciężkości. Nie zwrócono uwagi na to, ale astronom Krystyan Mayer w Mannheim, w latach 1778 i 1779 podał swoje dostrzeżenia stu gwiazd podwójnych, które towarzyszami czyli księżycami drugich gwiazd nazwał.

W katalogu gwiazd podwójnych Struvego, obejmującym 3357, znajduje się 987 par,

których odległość mniéj jak 4 sekundy wynosi; 975 pomiędzy 4 a 8 sekundami; 659 pomiędzy 8 a 16 sekundami i 736 pomiędzy 16 a 32 sekundami.

Jak się to zwykle w świecie dzieje, czego się innego szuka, a co innego się znajduje, tak też i Mayer, gruntując się na myśli Galileusza, którą późniéj do pomyślnego skutku Bessel doprowadził, podał myśl mierzenia odległości gwiazd od ziemi, czyli znalezienia ich parallaksy, podług któréj późniéjsi, przy pomocy dwóch nitek mikrometrycznych, jednéj staléj, a drugiéj ruchoméj, doszli do oznaczenia kąta, jaki tworzą dwa promienie oczne do dwóch gwiazd prowadzone, to jest odległości pozornéj dwóch gwiazd, oraz kąta położenia, jaki czyni ta pozorna odległość z południkiem przechodzącym przez jednę z tych gwiazd; cztéry, a najwięcéj sześć dostrzeżeń służą do wyznaczenia położenia drogi i czasu obiegu. Z 3600 gwiazd podwójnych, zaledwie 58iu drogi są wyznaczone.

Odkrycie gwiazd podwójnych i rozwinięcie ich teoryi, mówi Humboldt, stanowi najwalniejszą epokę rozwoju umysłu ludzkiego. Widziemy słońca krążące około słońc, i odbywające swoje biegi postępowe około spólnego środka ciężkości. Ta sama siła, to samo prawo zachodzi tutaj, które ma miejsce w krążeniu planet w około słońca. Wieczne prawo Newtona, prawo natury, że *siła przyciągania powszechnego działa w stosunku prostym mass, a odwrotnym kwadratów z odległości*, służy tu za zasadę do wyrachowania dróg gwiazd podwójnych.

Cudowne są zapewne te gwiazdy podwójne; w nich to niebo ukryło ozdobę rozmaitych kolorów; napotykamy tu kolory: czerwony, zielony, żółty, błękitny i biały, który jest kolorem głównym.

Wilhelm Herszel uważał gwiazdy podwójne za nowe światy, które podobnie poruszają się jak planety, opisując ellipsy; z tą tylko różnicą, że planety są ciemne, oświecone od słońca, te zas same świecą: są to słońca krążące w około słońc. Prawo Newtona daje nam

ich massy, ponieważ, z wyrachowanych czasów ich obiegów, wsparci na tém prawie że *massy są w stosunku prostym sześcianów z swoich odległości i wstosunku odwrotnym kwadratów z czasów całkowitych obiegów*, możemy dojść i ich mass. Jeżeli zatém z dostrzeżeń znamy prędkość kątową gwiazdy podwójnéj, to i łatwo obrachować możemy jéj średnią odległość w milach; a ztąd ile stóp lub cali spada gwiazda mniéjsza na gwiazdę większą; z wiadomego zaś spadku ciał na ziemię, można dojść stosunku, jaki zachodzi pomiędzy jéj massą a massą słońca: i tak np. gwiazda główna w *Centaurze* oddalona jest od ziemi o 224520 odległości ziemi od słońca, a ztąd z kącika, jaki te dwie gwiazdy robią, a który wynosi 14"6, dochodzimy że odległość pomiędzy niémi wynosi 336 milionów mil. Czas obiegu téj gwiazdy wynosi 79 lat, a massa obu gwiazd jest 0,077, czyli przeszło $1/_{13}$ massy słońca.

Są też gwiazdy potrójne, poczwórne i t. d. wielokrotne, np. gwiazda potrójna oznaczona w katalogu Struvego N. 2886; gwiazda po-

czwórna N. 76, połączona z potrójną N. 761 w Oryonie, i od niéj tylko 4" odległa.

W końcu wspomnieć należy, że gwiazdy podwójne krążą po drogach elliptycznych, o wielkich mimośrodach, i na płaszczyznach bardzo pochyłych do ekliptyki.

Pogadanka 26.

Demokryt domyślał się mdłych świateł. Galileusz przekonał się o nich. Opisanie drogi mlécznéj i jéj rozgałęzienie. Układ gwiazd. Słońce środkowe.

Spadła zasłona z sklepienia niebios, otworzyły się podwoje przestworów bezdennych, najbliższa gwiazdą o $4^2/_3$ bilionów mil oddalona, przesyła nam światło swoje w $3^1/_2$ latach przeszło. Inny był widok nieba dla starożytnych: Pliniusz i Hipparch liczyli gwiazd gołém okiem widzialnych 1600, chociaż w katalogu ostatniego niebyło ich, jak 1026; teraz gwiazd takich, podług siły naszego oka, liczymy od czterych do pięciu tysięcy. Cóż to jednak w porównaniu nieba uzbrojoném okiem badanego, w porównaniu 20000 gwiazd od 1 do 9 wielkości, które katalogi

obejmują, w porównaniu 18000000 gwiazd, które W. Herszel na mlécznéj drodze, przez swój czterdziesto-stopowy teleskop widział i naliczył; czémże to wszystko w porównaniu milionów gwiazd, których teleskop Lorda Rossego dosięga. Na téj mlécznéj drodze, na tym dyademie nieba, nie widzieli Grecy oddalonych światów, ale widzieli tylko albo krople mléka ssącego ulubieńca, albo ogniste ślady, które wóz Faetona za sobą sypał, albo ślady wydeptanéj drogi, po któréj słońce stąpało, nim na pasie zwierzyńcowym chodzić zaczęło. Pierwszy, który naturę tego mdławego światła odkrył, był Demokryt, założyciel szkoły atomistycznéj; uważał on drogę mléczną zasianą rojami gwiazd, a co téż luneta Galileusza stwierdziła; luneta ta rozdzieliła gwiazdy, których się duch Demokryta tylko domyślał. Dzisiajsze lunety obiecują więcéj, ponieważ rozdzielają najdelikatniéjsze mgły, i odkrywają nowe światy.

Na stronie południowo-wschodniéj nieba, pomiędzy gwiazdozbiorami *Oryona*, *wielkiego i małego Niedźwiedzia*, bierze droga mléczna

swój początek, słaby strumień mgławego światła dotyka się tu rogów *Byka*, i wylewa na Kapellę, czyli koźle, w konstellacyi *Woźnicy*. Dziwne rozgałęzienie zaczyna się w *Kassyopei;* tu jedna gałęź kieruje się do *Perseusza* i gubi się w *Plejadach* i *Hyadach*, druga kieruje się ku *małemu Niedźwiedziowi* i gwiazdzie *biegunowéj*. W *Łabędziu*, w najbogatszéj okolicy nieba północnego, pokazuje się na środku széroka, ciemna próżnia, z któréj trzy się rozchodzą strumienie światła, gubiące się dopiéro w okolicy *Orła*. W nieprzerwanéj piérzastéj i wełniastéj postaci ciągnie się droga mléczna daleko poza *Orła* aż do *Strzelca*, gdzie ją już poziom nasz zakrywa. Na południowém niebie wznosi się ona znowu w ogonie *Niedźwiadka*, dla rozlania najwspanialszego swojego blasku na gwiazdy *Centaura*. Tu na drodze od *Strzelca* aż do *Okrętu* rozwija droga mléczna najpiękniéjsze rozgałęzienia, jednę gałęź przesyła od *Trójkąta* do nogi *Wężownika*, drugą od głównéj gwiazdy *Centaura* aż do gwiazdozbioru *Wilka*, a w tyle *Okrętu* w wachlarz się rozczépia; potém

urywa się zupełnie i okazuje znaczną czarną przerwę: po drugiéj znowu stronie rozgałęzia się i rozchodzi z słabém mdławém światłém, od *Psa* do *Oryona*. Daléj rozciąga się droga mléczna, jako pas na 20cia stopni széroki, późniéj się zwęża do 4 lub 5 stopni i okala promienisty *Krzyż południowy*; przecina széroki pas gwiazdzisty, ciągnący się od *Oryona* przez *Krzyż* do *Niedźwiadka* i okala podziwienia godne *Wory węgla*, w których Herszel wielkie dostrzegł otwory.

Oto jest obraz téj opasującéj nas drogi mlécznéj: jest ona zbiorem miryadów bardzo drobnych gwiazdeczek, nie przypadkowo ułożonych ale tworzących pewien układ kształtu spłaszczonéj soczewy, do któréj i nasz swiat słoneczny należy. Układ ten nie znajduje się w środku, ani na płaszczyznie największéj rozległości téj soczewy, ponieważ droga mléczna nie jest kołém wielkiém, ale zbliża się ku południowemu biegunowi o 10 stopni więcéj, aniżeli ku biegunowi północnemu. Blask jéj nie jest jednostajny, ale w jednéj stronie daleko większy, aniżeli w stronie drugiéj.

Nakoniec znajdujemy się bliżéj drogi mlécznéj w kierunku *Niedźwiadka*, aniżeli w kierunku *Perseusza*.

Wspaniały jest widok całego nieba, gwiazdy jedne się tworzą, i następnie giną; są to gwiazdy *nowe*; gwiazdy *zmienne*; zmieniają stopień swéj wielkości; gwiazdy *podwójne* krążą w około swoich spólnych środków ciężkości. Sto ośm planet, dwadzieścia dwa księżyców i niezliczona liczba komet jaśnieje różnemi czasy na niebie, a każda gwiazda spadająca podobna jest do okwitającego kwiatka. Cały ten obraz podlega prawom mechaniki, a cofanie się punktów równonocnych i kołysanie się osi ziemskiéj odsłania nam jedne gwiazdy, a zakrywa drugie. Cały zbiór gwiazd, dawniéj za nieruchomy miany, jest w ciągłym ruchu, każda gwiazda krąży po swojéj drodze, podobnie jak planety i księżyce. Ruch ten nadał niebu życie i w nim szukać powinniśmy jedności i tego łańcucha, który łączy światy w jeden ogólny układ.

Warunkiem ruchu są siły poruszające, i ażeby te nie znosiły się nawzajem i nie zniszczyły,

potrzeba stałego prawa. Tam gdzie zachodzi prawo powszechnego ciążenia, tam musi być środek ciężkości, a gdzie znajdują się ciała w ruchu, czy to planety, księżyce lub komety i t. p. tam krążyć one muszą około swojego spólnego środka ciężkości. Te zaś krążące słońca tworzą całość i stanowią układ światów najwyższy. Potrzeba zatém zbadać krainy nieba, rozgraniczyć je, wymierzyć, a nadewszystko rządcę ustanowić; tym rządcą jest prawo Newtona, a ponieważ to domaga się spólnego środka ciężkości wszystkich światów, ztąd też musi być *środkowe słońce.*

Okolice nieba, w któréj szukać mamy środka ciężkości całego układu światów, są to gwiazdozbiory *Barana, Byka, Bliźniąt i Oryona,* i rzeczywiście Mädler oznaczył go w *Plejadach,* jest nim *Alcyona,* główna gwiazda téj konstellacyi.

Z Alcyony spojrzyjmy na słońce, a wtenczas porzucić musiémy to domniemanie, jakoby droga słoneczna prawdziwa miała być kołem; przeciwko temu mówi położenie punktu w gwiazdozbiorze *Herkulesa,* ku któremu

słońce kroki swoje kieruje; albowiem odległość tego ostatniego punktu od Alcyony nie wynosi 90 stopni, ale 111 $^1/_2$, a zatém wskazuje znaczny mimośród, 21$^1/_2$ stopni wynoszący. Płaszczyzna drogi słońca jest znacznie do ekliptyki pochylona, co wnioskuje się ztąd, że *Plejady* prawie się prostopadle do ekliptyki poruszają. Ruch własny *Alcyony* wynosi rocznie 0,0471 sekund, *Plejad* w przecięciu 0,0582 sekund; a ztad jeżeli pierwszą z tych liczb uważać będziemy za bieg własny słońca, w tenczas jego obieg całkowity wyniesie 28 milionów lat; jeżeli zaś drugą, to 22$^1/_2$ milionów lat. Jest to rok słońca; jakąż chwilką jest nasz rok w porównaniu z tylu wiekami, w porównaniu z dopiéro co wspomnianym rokiem?

Odległość środka ciężkości wszystkich światów od środka Alcyony wynosi 45 milionów odległości ziemi od słońca, czyli 943 bilionów mil: odległość tę światło przebiega w 715 latach.

Pogadanka 27.

Opisanie kupek gwiazd, obłoczków i gwiazd mglistych.

Ciemna noc otacza nas, tam nurza się na tle nieba mglisty obłoczek, tu mgławka rozjaśnia się, zaczyna świécić, jak przepaska na głowie, nasadzana brylantami. Patrząc na nią, przypominamy sobie gwiazdozbiory *Plejad*, *Hyjad* i włosów *Bereniki*, tylko punkta świetne są liczniéjsze, a liczbę ich trudno oznaczyć. Na przestrzeni kółka, 8 minut średnicy majacego, a zatém prawie w $^1/_{15}$ części tarczy księżyca w pełni, można widzieć z ziemi 20000 przeszło oddzielnych gwiazdeczek. Takie kupki gwiazd, jakie widziémy w gromadzie *Herkulesa*, *Wodnika* są niezliczone na niebie; często znajdują się w środku nich wię-

ksze kolorowe gwiazdy, podobne do rubinów lub szmaragdów. Widzieliśmy kupki gwiazd rozdzielające się na gwiazdeczki: tu i najmocniejszy teleskop tego nie dokaże. Kiedy Lord Rosse skierował na nie swój pięćdziesięcio czterech stopowy teleskop, przedstawiły mu się pierścienie, wachlarze, krzyże, któremi fantazya niebo zbogaciła. Ten obłoczek w konstellacyi *Lwa wielkiego*, który się pokazuje w dobréj lunecie, jak przedłużona elliptyczna mgła z jądrem jasnym, przybiera teraz postać w zwoje spiralne zwiniętą. Tu znowu w *Bliźniętach* przedstawia się podwójny obłoczek, dwie jaśniejące i prawie dotykające się plamy mgliste: w teleskopie Rossego widziemy ten obłoczek pokryty jedną promieniejącą, a drugą mglistą powłoką. Tam podwójna mgławka w *wielkim Lwie*, tam znowu małe okrągłe obłoczki, podobne do tarcz planetarnych, i czasem bardzo rzadkie, pierścieniowe, a nawet jak w gwiazdozbiorze *Psów gończych*, podwójnym pierścieniem okolone. Obłoczek podłużny gołem okiem nawet widzialny, błyszczy w Adromedzie. To wszystko jednak ustę-

puje obłokowi *Oryona*, który się na mieczu jego znajduje, a który Rossego teleskop na miliony gwiazdeczek rozkłada.

Właściwą jednak krainą, w mgliste obłoczki bogatą, jest niebo południowe, które zdobią *Krzyż*, *Pies wielki* i *Okręt*. Tam to rozciąga się świetny obłok, 12 średnic księżycowych mający, wielkim obłokiem *Magelana* nazwany. John Herszel naliczył na nim 582 większych gwiazd, 291 plam mglistych i 46 kupek gwiazd. Kto wié czy to nie są zaczątki i kiełki światów, które w przyszłości na niebie okazale świécić będą.

Odsuńmy się tylko od płaszczyzny drogi mlécznéj w kierunku do niéj prostopadłym o odległość wyrównającą jéj średnicy, a zobaczymy ją, nie opasującą nas, ale przedstawiającą tarczę rozległości gwiazdozbioru *wielkiego Niedzwiedzia*, w środku rosnącej grubości, coraz jaśniéjszą i dwoma pierścieniami okoloną.

KONIEC.

Dodatek Piérwszy.

Koła, łuki, kąty, linie i punkta, na kuli nieba.

Chcąc poznać położenie i bieg ciała niebieskiego, potrzeba w każdym czasie wyznaczyć jego miéjsce na niebie, odnosząc go do pewnych stałych płaszczyzn, położenia nam wiadomego. Położenie płaszczyzny jest nam znane, kiedy znamy trzy punkta, nie leżące na téj saméj linii prostéj, przez które ta płaszczyzna przechodzi: albo kiedy znamy położenie linii prostéj, do któréj ta płaszczyzna jest prostopadłą. Na téj prostéj uwadze geometrycznéj zbudowane są różne narzędzia [1]), służące do oznaczania położeń ciał, tak ziemskich jak i niebieskich. Dla tego to astronomowie

[1]) Zobacz dodatek szósty.

dla poznania biegu ciał i dla oznaczenia miéjsc jednych względem drugich, upatrzyli pewne znakomite miéjsca i punkta na niebie; te punkta połączyli liniami, przez środek ziemi przechodzącémi; przez te linie wystawili sobie płaszczyzny, które stanowią dla umysłu pierwszy, że tak rzekę, zrąb i wiązanie do poznania nieba i ziemi. A że całe niebo wydaje nam się, jak kula ogromna, z środka ziemi zatoczona, co lubo jest złudzeniem tylko optycznem, pochodzącém z ograniczonego wzroku naszego, nie mogącego przepaści niebieskiéj dosięgnąć, to jednak złudzenie szczęśliwie użyte, prowadzi nas do poznania rzetelnego biegu ciał niebieskich.

Z kuli przeciętéj płaszczyzną rodzi się koło, ztąd powstały różne koła, wiadomość sfery składające, które nic innego nie są, tylko płaszczyzny pewnego znanego położenia, do których odnosząc, badź punkta ziemi, bądź punkta nieba, poznajemy na pierwszéj położenie miéjsc względem siebie, na drugiéj zaś położenia i biegi gwiazd nad nami zawieszonych. Ale któreż to są punkta znakomite na

niebie, nadające pewne znane położenia tym kołom czyli płaszczyznom? Dosyć jest w czasie wypogodzonéj nocy podnieść oko i zatrzymać go przy gwiazdzie biegunowéj, natenczas ujrzémy tam punkt nieba spoczywający wśród powszechnego wszystkich gwiazd ruchu; jest to punkt widzialny północny, nazwany *biegunem północnym świata*; od niego linia przez środek ziemi prowadzona, da nam *oś obrotu dziennego ziemi*, którą zowią *osią świata*; a przedłużona aż do drugiéj strony nieba, da dla nas wiecznie zakryty *biegun świata południowy*. Poprowadźmy przez środek ziemi płaszczynę prostopadłą do téj osi świata, a będziemy mieli *równik*, koło dzielące tak niebo, jak i ziemię, na dwie półkule, *północną* i *południową*, od któréj, i miejsca ziemskie i gwiazdy, nazywają się północnémi i południowémi. Odległość w łuku od równika miejsc ziemskich zowie się *szerokością geograficzną*; odległość zaś taką gwiazd zowią astronomowie *zboczeniem*.

Zawiesmy kamien na nici, tę nić wystawmy sobie przedłużoną w górę i wskróś przez zie-

mi środek aż do nieba, będziemy mieli nasz *punkt wierzchołkowy*, a z drugiéj strony wierzchołek naszych przeciwstopowych. Do téj linii *wierzchołkowéj* wystawmy sobie poprowadzone dwie płaszczyzny prostopadłe, jednę przechodzącą przez punkt ziemi, na którym stojémy, a drugą do niéj równoległą przez środek ziemi przechodzącą, będziemy mieli dwa *poziomy*, jeden *fizyczny* a drugi *geometryczny*: każdy z nich oddziela nam część widzialną od niewidzialnéj nieba, i służy do uważania wschodu i zachodu gwiazd. Poznawszy dwie linie, jednę całéj ziemi spólną, to jest oś świata; drugą każdemu miéjscu na ziemi właściwą, to jest linię wierzchołkową, poprowadźmy przez te dwie linie płaszczyznę, a powstanie ztąd *południk*, będący razem prostopadły do równika, ponieważ przechodzi przez oś świata, i do poziomu, bo przechodzi przez linią wierzchołkową, a zatém służy on do mierzenia odległości w łuku, tak od poziomu, co się zowie *wysokością* gwiazdy, jak i od równika, cośmy nazwali jéj *zboczeniem*. Każde miéjsce ma swoją linię wierzchołkową

i swój poziom, a zatém swój własny południk; że zaś każdy południk powinien przechodzić przez oś świata, więc wszystkich miéjsc ziemskich południki, rozchodząc się na wschód i zachód, przecinają się w biegunach świata pod pewnémi kątami: kąty te południków nazywają się w geografii *różnicą długości* miéjsc; w astronomii zaś stanowią one *kąty godzinne*, które, rachowane na równiku, zowią się *wznoszeniami prostémi* gwiazd. Tym kątom odpowiadają łuki na równiku, między ramionami południków zawarte, które, będąc ich miarą, to samo wyrażają co tamte. Szerokość więc geograficzna miéjsc ziemskich, tak jak zboczenie gwiazd, uczy nas o ich położeniu względem piérwszych dwóch punktów głównych świata, północy i południa: długość znowu geograficzna krajów ziemskich, a wznoszenie proste gwiazd, daje nam poznać ich położenie względem drugich dwóch głównych punktów świata, to jest wschodu i zachodu.

Słońce będąc gwiazdą nieruchomą, pokazuje się zawsze w tém miéjscu nieba, gdzie pada linia od oka naszego do jego środka pro-

wadzona; mieszkańcy ziemi, nie czując jéj biegu przypisują ten bieg słońcu i gwiazdom; droga więc od nas biegiem rocznym przebieżona, zdaje nam się być drogą słońca; a że słońce przez sześć miesięcy, wydaje nam się być gwiazdą południową, to jest pod równikiem leżącą, i oddaloną od naszego wierzchołka; a przez drugie sześć miesięcy wydaje się gwiazdą północną, to jest leżącą nad równikiem i zbliżoną do naszego wierzchołka; więc droga biegu rocznego ziemi, przecinając równik ukośnie w dwóch punktach, rozciąga się nad i pod równikiem; droga ta zowie się *ekliptyką*, czyli miéjscem zaćmień; dla tego, że księżyc ziemski, gdy się znajduje blizko téj płaszczyzny w czasie nowiu sprowadza zaćmienie słońca, a ziemia w czasie pełni księżyca sprowadza tego ostatniego zaćmienia. Poprowadzona na tę płaszczyznę linia prostopadła, przez środek ziemi przeciągnięta, nazywa się *osią ekliptyki*; a dwa ostatnie punkta téj linii na niebie są *biegunami ekliptyki*, jeden *północny*, drugi *południowy*. Oś ekliptyki tak jest pochylona do osi świata, jak jest po-

chylona ekliptyka do równika, to jest, mało co mniéj jak $23^{1}/_{2}$ stopnia. Astronomowie odnoszą także położenie gwiazd względem ekliptyki, nazywając *szerokością* gwiazdy, odległość jéj w łuku od płaszczyzny ekliptyki, która się dzieli na szerokość *północną* lub *południową*, podług tego, jak gwiazdy leżą ku biegunowi ekliptyki północnemu lub południowemu; i znowu położenie gwiazdy uważane na ekliptyce, względem wschodu lub zachodu nazywają *długością* gwiazdy: te dwa pierwiastki są najbardziéj potrzebne dla ciał, należących do świata słonecznego, ponieważ środkiem ich biegów jest słońce, które nigdy z ekliptyki nie schodzi.

Cztéry punkta znakomite zachodzą na drodze ziemskiéj, dające początek cztérem porom roku. Piérwsze dwa są te, w których ekliptyka przecina równik; a do których przyszedłszy ziemia w biegu swoim rocznym, sprawuje dni równe nocom dla wszystkich swoich mieszkańców i zaczyna wiosnę lub jesień: punkta te zowią się *równonocnemi*: przez nie i przez oś ekliptyki prowadzona

płaszczyzna stanowi koło wrębne, albo *południk równonocny*, gdyż to koło jest południkiem każdego miéjsca, w momencie tam zaczynającéj się wiosny lub jesieni, w czasie południa lub północy, i jest początkiem, od którego się wznoszenia proste rachują: od punktu tego na ekliptyce zaczyna się także rachuba długości gwiazd. Drugie dwa znakomite punkta drogi ziemskiéj są, jeden największego oddalenia się, drugi największego zbliżenia się słońca do naszego wierzchołka: tamten daje początek zimy, ten początek lata. Nazywamy każdy z nich pospolicie *przesileniem dnia z nocą* albò *punktem stanowiska słońca*, dla tego, że przy nich bieg ziemi, albo jak się nam zdaje, bieg słońca, jest co do zboczenia najleniwszy. Wszystkie miéjsca ziemi między témi punktami położone, stanowiące blizko pół ósméj rozległości naszéj planety, mają dwa razy w roku słońce przez sam ich wierzchołek przechodzące, i składają *pas* powierzchni ziemskiéj, nazwany *gorącym*. Przez te punkta i przez biegun świata poprowadzone koło, przechodzi razem przez biegun eklip-

tyki, i nazywa się *kołém wrębném stanowisk słońca:* jest to granica odległości słońca od równika w biegu rocznym ziemi; schodzi się znowu to koło z południkiem każdego miéjsca w momencie tam zaczynającéj się zimy lub lata, w czasie południa lub północy.

Dodatek drugi.

Astrognozya

CZYLI

Nauka o konstellacyach.

Liczba gwiazd jest tak wielka, że trudnoby było wszystkie spamiętać, gdyby każda miała osobne nazwisko. Połączono więc gwiazdy różnemi liniami i figury ztąd powstałe nazwano *Konstellacyami*, *gromadami gwiazd*, *gwiazdozbiorami*, a których nazwy są wzięte z mitologii, z historyi lub z innéj jakiéj nauki. Ażeby znowu w każdéj konstellacyi rozróżnić pomiędzy sobą gwiazdy do niéj należące, oznaczono je głoskami abecadła greckiego, łacińskiego lub liczbą porządkową. Zaledwie przytoczyć tu potrzeba, że figur tych konstellacyj nie ma na niebie.

Przystąpmy teraz do opisania niektórych gwiazdozbiorów.

Niedzwiedź wielki. Kiedy dostrzegacz obróci się ku północy, natenczas spostrzeże on siédem gwiazd, które tworzą czworokąt nieforemny i łuk zakrzywiony. Piérwsza i druga w czworokącie, najbardziéj oddalone od łuku, zowią się *strażnikami*. Cztéry z tych gwiazd leżą na ciele Niedzwiedzia, trzy zaś pozostałe na jego ogonie. Sześć z tych gwiazd są *drugiéj*, najbliższa zaś ogona jest *trzeciéj* wielkości: inne gwiazdy trzeciéj, czwartéj i t. d. wielkości znajdują się na głowie, ciele i jego łapach.

Lud nasz zowie tę konstellacyę *Wozem wielkim*: cztéry gwiazdy czworokąta uważa za koła, a trzy pozostałe za dyszel.

Gwiazdozbiór ten i cztéry następujące nigdy u nas nie zachodzą.

Niedzwiedź mały. Jeżeli dostrzegacz poprowadzi linią prostą przez strażniki Niedzwiedzia wielkiego i przedłuży ją ponad jego grzbietem dostatecznie, natenczas kierunek téj linii trafi na *gwiazdę biegunową*, która jest

drugiéj wielkości. Gwiazda ta należy do konstellacyi, która się zowie *Niedzwiedziem małym*, i składa się z siédmiu gwiazd podobnie, jak w poprzedzającéj, ułożonych, ale mniéj świetnych, bardziéj do siebie zbliżonych i w kierunku przeciwnym będących.

Gwiazda biegunowa służy do poznania stron świata, patrząc na nią, mamy przed sobą *północ*, po prawéj ręcę *wschód*, po lewéj *zachód*, a wtyle *południe*.

Smok. Pomiędzy dwoma Niedźwiedziami wiją się gwiazdy w linii węzłowatéj z dwoma kłębami, którą zakończa czworokącik złożony z gwiazd trzeciéj wielkości: piérwsze leżą na grzbiecie, ostatnie zaś na głowie *Smoka*. W nim znajduje się gwiazda drugiéj wielkości, leżąca pomiędzy strażnikami małego Niedzwiedzia, a środkową w ogonie wielkiego.

Kassyopea. Linia poprowadzona przez piérwszą gwiazdę w ogonie Niedzwiedzia wielkiego i gwiazdę biegunową, przedłużona poza tę ostatnią, trafia na konstellacyę, która się zowie *Kassyopea*. Do niéj należące pięć gwiazd, drugiéj i trzeciéj wielkości, tworzą

łacińskie *ypsylon* ze złamaną nóżką. Wielu upatruje w nich kształt krzesła z wygiętém oparciem, na którém Kassyopea siedzi.

Cefeusz. Po stronie lewéj Kassyopei widziémy trzy gwiazdy trzeciéj wielkości, łuk tworzące: te z innemi drobniéjszemi należą do konstellacyi *Cefeuszem* zwanéj.

Pegaz, Andromeda, Perseusz. Linia przez strażniki przechodząca, ta sama która nam gwiazdę biegunową wskazała, przedłużona poza Kassyopeę, trafia na gromadę *Pegazem* zwaną. Poznać ją można po cztérech gwiazdach drugiéj wielkości, ułożonych w wielki czworokąt; z nich najbliższa gwiazdy biegunowéj należy do Andromedy i znajduje się na jéj włosach. Czworokąty Pegaza i Niedzwiedzia wielkiégo leżą z przeciwnych stron gwiazdy biegunowéj; piérwszy jest większy, i od téj gwiazdy dwa razy prawie dalszy, jak drugi.

Trzy gwiazdy drugiéj wielkości, z których jedna, będąca wierzchołkiem czworoboku Pegaza, leży na włosach *Andromedy*, druga na przepasce, a trzecia na jéj lewej nodze, tworzą łuk mało wklęsły i należą do konstellacyi

tego nazwiska. Inne gwiazdy do niéj należące, są trzeciéj, czwartéj i t. d. wielkości.

Linia przez te trzy gwiazdy poprowadzona i przedłużona, przechodzi blizko gwiazdy drugiéj wielkości, która się zowie *Algenib*; należy ona do konstellacyi *Perseusza*. Gwiazda ta leży blizko jego prawéj piersi i tworzy łuk z trzéma mniéj świétnémi, które leżą na jego prawém ramieniu i lewéj nodze.

Woźnica. Linia prosta, przechodząca przez gwiazdę biegunową, przedłużona trafia na trzy gwiazdy należące do konstellacyi *Woźnicą* zwanéj. Dwie z nich są drugiéj wielkości, a trzecia, która się zowie *Kapella* czyli *Koza*, jest wielkości piérwszéj.

Lutnia. Prawie w téj saméj odległości od gwiazdy biegunowéj co Kapella, ale na przeciwnéj stronie błyszczy gwiazda piérwszéj wielkości *Wegą* nazwana: należy ona do gromady *Lutni*, którą **Sęp** w swoim dziobie trzyma. Wega znajduje się w wierzchołku kąta prostego trójkąta, którego dwoma innémi wierzchołkami są gwiazda biegunowa i Arkturus, należący do konstellacyi *Wolarza*.

Orzeł. Na stronie południowowschodniéj Lutni unosi się *Orzeł*. Łatwo poznać go można po trzech gwiazdach w linii prostéj będących, z których środkowa jest piérwszéj wielkości i zowie się *Altair*.

Na stronie południowéj Orła cztéry gwiazdy trzeciéj wielkości tworzą czworobok należący do gromady **Antynousem** zwanéj.

Łabędź czyli *Krzyż*. Pomiędzy Lutnią i Pegazem znajduje się *Łabędź*: konstellacyę tę można poznać po pięciu gwiazdach ułożonych w krzyż; gwiazda u góry położona jest drugiéj wielkości, inne są trzeciéj.

Wolarz. Łuk trzech gwiazd, leżących na ogonie Niedzwiedzia wielkiego, przedłużony trafia na gwiazdę piérwszéj wielkości, która się zowie *Arkturem*: należy ona do gromady *Wolarza*, w któréj znajduje się kilka gwiazd trzeciéj wielkości.

Konstellacye Kassyopea, Perseusz, Łabędź i Orzeł leżą na drodze mlécznéj, na któréj także znajdują się na jednéj jej odnodze *Tarcza Sobieskiego* poniżéj Orła, a na drugiéj *Ciołek Poniatowskiego*. Pierwszą umieścił Hewe-

liusz na niebie na pamiątkę zwycięstwa pod Wiedniem; drugą Poczobut dla uczczenia pamięci Stanisława Poniatowskiego, wielkiego miłośnika nauk.

Korona północna. Sześć do siedmiu gwiazd po stronie wschodniéj Wolarza tworzą łuk otwarty ku biegunowi: gwiazdy te należą do *Korony północnéj.* Z nich jedna jest drugiéj wielkości i zowie się *Gemma* czyli *Perła*, inne zaś są czwartéj wielkości.

Oryon jest to najpiękniejsza konstellacya. W niéj dostrzegamy czworobok gwiazd, z których dwie są piérwszéj wielkości i zowią się *Betageuze* i *Rygel*: piérwsza znajduje się na prawém ramieniu Oryona, a druga na jego lewéj nodze; z dwóch zaś pozostałych jedna jest drugiéj, a druga trzeciéj wielkości. W środku tego czworoboku są trzy drugiéj wielkości gwiazdy blizko siebie; te tworzą pas Oryona, a lud zowie je *Laską Śgo Jakuba* albo *Trzema Królami.* Pod tym pasem leżą trzy gwiazdy na mieczu, a obok nich gwiazda mglista cudnéj piękności.

Gromadę tę zowie lud nasz *Kosiarzami*; podczas zimy służy mu ona za zegar wiejski.

Pies wielki. Blizko przecięcia się przedłużonéj przekątni czworokąta Niedzwiedzia wielkiego z przedłużoną linią, na któréj się znajdują trzy gwiazdy na pasie Oryona leżące, znajduje się gwiazda pierwszéj wielkości, bardzo znacznego blasku, która się zowie *Syryuszem* albo *Kanikułą:* należy ona do konstellacyi *Psa wielkiego*, i leży na jego mordzie. W téj gromadzie znajduje się sześć gwiazd drugiéj wielkości.

Pies mały. Ta sama przekątna czworokąta Niedźwiedzia wielkiego przedłużona, przechodzi blizko gwiazdy piérwszéj wielkości, która się zowie *Procyonem* i należy do *Psa małego*. Konstellacya ta ma oprócz niéj gwiazdę drugiéj wielkosci.

Konstellacyj, które słońce co rok przebiega, jest dwanaście. Z ich nazwisk ks. Karol Wyrwicz ułożył następujący cztérowiérsz:

Baran idzie przed *Bykiem*, po *Bliznięlach Raki*,
Lew uchodzi przed *Panną*, są to letnie znaki.

Waga chodzi z *Niedźwiadkiem*, *Strzelec* zimnem grozi,
Koziorożec ląd wiąże, *Wodnik* *Ryby* mrozi.

Baran. Linia prowadzona przez dwie gwiazdy na przepasce Andromedy leżące, jedna drugiéj, a druga czwartéj wielkości, dostatecznie przedłużona, wpada pomiędzy dwie gwiazdy, jednę drugiéj a drugą trzeciéj wielkości: gwiazdy te należą do konstellacyi *Barana*, jedna z nich leży na czole, a druga na jego rogu.

Byk. Konstellacya ta, leżąca pod Perseuszem i Woźnicą, który jednę nogę wspiéra na jego głowie, poznaje się łatwo po gwiazdzie pierwszéj wielkości, będącéj na jego oku, *Aldebaranem* zwanéj, i po gromadach gwiazd bardzo blizkich, na jego grzbiecie leżących, *Plejadami*, a przez lud *Babami* albo *Kwoką z kurczętami* zwanych: z nich siédm gołém okiem widzieć można, z których największa zowie się *Alcyona*. Po lewéj stronie, w niewielkiéj odległości od Plejad, znajdujemy znowu na głowie Byka gromadkę gwiazd blizkich siebie, *Hyadami* czyli *Dżdżownikami* zwanych.

Bliźnięta. Pomiędzy Niedzwiedziem wielkim i Psem wielkim znajdują się dwie gwiazdy; jedna prawie piérwszéj, a druga wielkości drugiéj: jest to *Polluks* i *Kastor*. Gwiazdy te należą do konstellacyi *Bliźniąt*.

Rak. Blizko Kastora i Polluksa, z lewéj ich strony i nieco niżéj, napotykamy kupkę gwiazd nazwaną *Praesepe* czyli *Żłób*; dwie między niémi świetniéjsze są to *Osiołki*, a cała ta gromada jest to *Rak*: w niéj znajduje się pięć gwiazd czwartéj wielkości, z których dwie są na jego skorupie, a trzy na nożycach i nodze.

Lew wielki. Linia poprowadzona przez strażniki Niedzwiedzia wielkiego, przedłużona w kierunku przeciwnym gwiazdzie biegunowéj, trafia na gwiazdę piérwszéj wielkości, która się zowie *Regulusem* czyli *Lwiém Sercem*. Gwiazda ta należy do konstellacyi *Lwa wielkiego*, w któréj są nadto trzy gwiazdy drugiéj wielkości; cztéry zaś wielkości trzeciéj tworzą czworokąt nieforemny.

Panna. Na przedłużeniu przekątni łączącéj w czworoboku Niedzwiedzia wielkiego dwie gwiazdy drugiéj wielkości, i z strony przeci-

wnéj Perseusza, znajduje się konstellacya *Panny*, która trzyma w lewéj ręce *Kłos*, będący gwiazdą piérwszéj wielkości.

Waga. Arktur, Kłos i gwiazda drugiéj wielkości leżąca na północnéj szali *Wagi*, tworzą trójkąt prawie równoboczny: taka sama gwiazda znajduje się i na szali południowéj. Inne gwiazdy w konstellacyi téj gołem okiem widzialne, są piątéj i szóstéj wielkości.

Niedzwiadek. Linia przez Arktura i gwiazdę na północnéj szali Wagi poprowadzona i przedłużona, trafia na gwiazdę piérwszéj wielkości, która się zowie *Antares* czyli *Serce Niedzwiadka*: należy ona do konstellacyi tegoż nazwiska. Na jego czole świeci gwiazda drugiéj wielkości, a inne mniéjsze znajdują się na jego nogach i ogonie.

Strzelec. Konstellacya ta, którą rysują w postaci pół człowieka i pół konia, znajduje się pod Tarczą Sobieskiego i Antynousem. Na ramieniu téj ręki, w któréj trzyma łuk, leży gwiazda prawie drugiéj wielkości. Z sześciu znowu gwiazd trzeciéj wielkości, trzy leżą na

łuku, czwarta na strzale, piąta na powyższéj ręce, a ostatnia na tylnym zwoju włosów.

Koziorożec. Linia od Wegi do Altaira poprowadzona i przedłużona trafia na dwie gwiazdy trzeciéj wielkości, należące do gromady *Koziorożca*: jedna z nich leży na jego prawym rogu, a druga ponad okiem; jest jeszcze trzecia taka gwiazda na jego ogonie.

Wodnik. Altair, gwiazda na rogu Koziorożca i trzeciéj wielkości gwiazda na lewém ramieniu *Wodnika*, tworzą trójkąt prostokątny: przy drugiém ramieniu i na jego nodze są dwie jeszcze takie gwiazdy. Inne do téj gromady należące gwiazdy są czwartéj i t. d. wielkości.

Ryby. Jedna z *Ryb* leży pomiędzy Andromedą i Baranem, druga zaś pod Pegazem. Na wstędze, która te dwie ryby łączy, znajduje się gwiazda prawie trzeciéj wielkości, inne zaś w téj gromadzie będące są czwartéj i t. d. wielkości.

Oprócz téj koostellacyi, jest jeszcze na półkuli drugiéj **Ryba południowa**, w któréj znaj-

duje się gwiazda piérwszéj wielkości, nazwana *Fomalhaut.*

Aldebaran w Byku, *Antares* w Niedźwiadku, *Regulus* w Lwie, i *Fomalhaut* w Rybie południowéj, dzielą niebo na cztéry równe części. Te cztéry gwiazdy, znaczne i bardzo świetne, uważali Persowie, 3000 lat przed N. J. Ch., za stróże nieba.

Herkules. Prowadząc linią od *Wegi* do *Perły*, dostrzegamy prawie w jéj środku czworobok z gwiazd trzeciéj wielkości złożony, który należy do *Herkulesa.* W téj konstellacyi znajduje się jedna gwiazda drugiej wielkości; inne zaś są trzeciéj, czwartej i t. d. wielkości.

Załączamy przy końcu dziełka **Mappę Nieba.**

Dodatek trzeci.

Doświadczenie Pana Foucault przekonywające naocznie o obrocie dziennym ziemi.

W miesiącu Lutym roku 1851 czytał Pan Foucault w Instytucie francuzkim zdanie sprawy z swych doświadczeń, które w Panteonie robił z pendułem, zawieszonym na nici platynowéj, długości 220 st. paryz., a którego kula ważyła 40 kilogramów czyli 100 funtów naszych.

Nim do opisania przyrządu i samego doswiadczenia przystąpimy, obeznać się potrzeba z dwiema siłami: z *siłą bezwładności* i *siłą ciężkości*. Mocą pierwszéj każde ciało, będące w spoczynku nie może się poruszyć bez działania jakiéjś siły zewnętrznéj; i znowu każde ciało, będące w ruchu, nie może być w spoczynku ani też zmienić tego ruchu, bez dzia-

łania podobnéj siły. Na mocy drugiéj siły wszystkie ciała, same sobie zostawione i nie podparte, spadają na ziemię w kierunku linii pionowéj, przechodzącéj przez środek ziemi: w tym środku wystawić sobie powinniśmy zgromadzoną całą tę siłę ciężkości.

Skutkiem siły bezwładności każde ciało pchnięte siłą chwilowo działającą, przebiega linię prostą na płaszczyznie pozioméj ciągle i wiecznie; a jeżeli to w przyrodzie nie zachodzi, to jest skutkiem różnych przeszkód, któremi są: tarcie, opór powietrza, wody i t. d. Im bardziéj te przeszkody zmniejszamy, tém bardziéj zbliżamy się do poznania skutku, pochodzącego z działania siły bezwładności; i tak kula pchnięta na płaszczyznie pozioméj dłużéj poruszać się i biedz będzie, im płaszczyzna ta jest gładszą. Ciała tego prędkość jednostajna nie może się ani powiększyć ani zmniejszyć, bez działania siły zewnętrznéj; a jeżeli użyjemy siły wyrównającéj i niszczącéj te przeszkody, wtenczas ciało to wiecznie poruszać się będzie. To jednak nie ma miejsca na ziemi, ponieważ dla po-

wyższych przeszkód prędkość toczącego się ciała maleje ciągle, i staje się w końcu zerem, czyli ciało to spoczywa.

To cośmy dotąd o tych dwóch siłach powiedzieli, jest dostatecznem do zrozumienia rzeczy o wahaniu się pendułu.

Penduł jest to ciało ciężkie zawieszone na nici, o ile podobna, niegiętkiéj i niewyciągalnéj; penduł taki spoczywa w kierunku linii pionowéj dotąd, dopóki go ręka lub inna jaka siła od tego kierunku nie odwiedzie; na tak podniesiony penduł działa siła ciężkości, która rozkłada się na siłę działającą w kierunku stycznéj do łuku, który ten penduł opisuje, i na siłę pionowo działającą; część działająca w kierunku stycznéj przyspiesza bieg pendułu, i na mocy prędkości nabytéj nie spocznie on w kierunku linii pionowéj, ale podniesie się do téj saméj wysokości po drugiéj stronie téj linii, z jakiéj wysokości spadać zaczął. Taka przebieżona droga tam i na powrót zowie się *wahnieniem*, którego trwałość zależy od długości nici: trwałość ta tém jest krótsza, im nić ta jest krótsza. Uważać

należy, że tu znowu tarcie w punkcie zawieszenia i opór powietrza są przyczyną, dla czego następne i coraz dalsze wahnienia są coraz mniéjsze i pendził nakoniec znów spoczywa i to pokilku niekiedy dopiero godzinach. W tych wyrazach zamyka się cała teorya pendułu, któréj prawa wskazał nieśmiertelny Galileusz.

Opiszmy teraz przyrząd do założonego doświadczenia potrzebny, i weźmy za przykład ten, którego używał sam p. Foucault w Panteonie paryzkim: kula jego ważyła 40 killogramów czyli blizko 100 funtów naszych, a długość drutu platynowego wynosiła 220 stop paryzkich; kula ta miała u swojego spodu kolec, dokładnie na linii pionowéj leżący a temsamem przez jéj środek przechodzący. Zawieszony ten cały pendził był w zworniku kluczowym sklepienia, osadzony tak jak chronometr lub kompas morski, to jest układający się zawsze do poziomu: podspodem był stół okrągły w środku wyrznięty, a jego tym sposobem utworzony pierścień był czystym piaskiem czyli zwiérkiem posypany, w takiéj

wysokości, że kolec tego pendułu w chwili jego wahnień przerzynał ten piasek. Ażeby ręka nie nadała pendułowi żadnego bocznego ruchu, kula opasana była mocną jedwabną nitką; wtenczas odchyliwszy od pionu za pomocą téj nitki cały penduł, przepalono ją i penduł wachać się zaczął, a co nieraz i przez siédm godzin trwało. Pod czas tych wachnień płaszczyzna ich nie zmienia swojego położenia, a to dla tego, że nie ma powodu, dla czegoby się w jedną raczéj stronę, aniżeli w stronę drugą, obracać miała; ale tylko stół razem z ziemią obraca się od zachodu na wschód, co kréski kolcem kuli na zwirku naznaczone wskazują, a co naocznie obrotu ziemi około swojéj osi dowodzi.

Robiąc takie doświadczenia pod równikiem, kolec ten jedną zawsze i tą samą kréskę robi, idąc znowu od równika do bieguna, kolec ten w dwudziestu cztérech godzinach coraz większe łuki zakreśla, tak że pod samym biegunem cały okrąg koła w ciągu jednéj doby opisuje.

W Warszawie, której szerokość geograficzna jest 52 stopni 13 minut i 5 sekund, czas a opisanie 360 stopni wynosi 18 godzin 58 minut i 7 sekund.

Doświadczenia takie robili: w Kolonii w Kościele Katedralnym Pr. Garthe; w St. Gallen Pr. Delabur i w wielu innych miejscach; Pr. Pęczarski miał parę odczytów o tém doświadczeniu pana Foucaulta.

Dodatek czwarty

Nauka o swietle.

Co to jest światło? Podział ciał na świécące i oświé_cone, na przezroczyste i ciemne. Przypuszczenia co do natury światła. O rozchodzeniu się światła i jego natężeniu. O odbijaniu i załamywaniu się światła czyli o refleksyi i refrakcyi, tudzież o narzędziach optycznych. Rozkład światła białego na siedm świateł kolorowych. O naginaniu się promieni światła i o ich krzyżowaniu się czyli o diffrakcyi i interferencyi, o podwójném załamywaniu się światła i o jego polaryzacyi.

Jedne ciała są widzialne w ciemności i tém bardziéj widzialne, im ciemność ta jest większą, takiemi są: gwiazdy, słońce, płomienie, żelazo rozpalone do czerwoności lub białości i t. d., ciała te zowią się *świécącémi*; drugie

wtenczas są tylko widzialne, kiedy zostają pod wpływem ciał swiécących, czyli kiedy od nich są oświécone *np.* księżyc, planety i t. d. ciała takie zowią się *nieświécące.*

Swiatło jest płynem bardzo delikatnym, który wypływa z ciał swiécących i należy do ciał nieważkich, to jest do takich których ciężaru dotąd znanémi sposobami dojść niepotrafiliśmy. Takie przypuszczenie zowie się hypotezą *emanacyi*, czyli wypływu, i podał ją Newton. Teraz przyjęte przypuszczenie uważa, że światło jest skutkiem drgań subtelnego płynu, który rozlany w przyrodzie całą przestrzeń wypełnia, a który zowie się *eterem.*

Podług tego przypuszczenia, które się zowie hypotezą *fal*, tłomaczą zjawiska światła Dekart, Hugens, Young, Fresnel, Herszel i wielu innych. Fale te nie są podłużne, ale koliste, podobne do tych, które tworzą się na powierzchni wody, kiedy kamykiem zbijamy tak zwane kaczki.

Swiatło rozchodzi się w liniach prostych, czyli w *promieniach.* Doswiadczamy tego, kiedy przez mały otwór wpuszczamy światło

do ciemnéj izby; wtedy to widziémy wiązkę światła i małe świetne kółko na ścianie leżącéj naprzeciwko okienicy.

Prędkość światła jest bardzo wielka, przebiega ono przeszło 41500 mil w jednéj sekundzie czasu, i dochodzi od słońca do oka naszego w 8 minutach i 17 sekundach.

Kiedy światło natrafia na ciała, wtenczas oświéca je. Jedne ciała przepuszczają światło i te zowią się *przezroczystémi*, drugie nie przepuszczają go i te zowią się *ciemnémi*. Ciało ciemne, będąc oświécone, rzuca poza siebie cień, którego kształt i wielkość zależy od kształtu i wielkości ciała oświéconego i swiécącego, i od ich odległości.

Kiedy światło przebiega przez środek jednakowéj gęstości, wtedy rozchodzi się w liniach prostych; ale jeżeli światło z środka rzadszego przechodzi do gęstszego, natenczas łamie się i opisuję linię krzywą, jak się o tém przekonywamy, uważając promień słoneczny przez atmosferę przechodzący. Mówimy, że światło rozchodzi się w linijach prostych w powietrzu, ponieważ warstwy jego bardzo

mało się rożnią co do swojéj gęstosci, ale w rzeczy saméj tak nie jest.

Przypuszczenie drgan, czyli fal kolistych jest teraz upowszechnioném i podług niego tłomaczą się wszystkie zjawiska światła jak najtrafniéj. Drgania cząstek ciał swiecących są *równoczesne*, to jest w jednakowych czasach przebiegają równe drogi; a ztąd prawa fali głosowych znajdują tu swoje zastosowanie z tą różnicą, że fale te są podłużne, a fale światła są koliste.

W tém przypuszczeniu swiatło nie jest ciałem, ale *pewnym stanem drgań eteru*. Stan ten drgań eteru ma tam tylko miejsce, gdzie się znajduje bezpośrednio przyczyna, a tą może być tarcie, ściśnienie, lub działanie chemiczne, wtedy to po kolei drgania jedne udzielają się warstwom następnym i w końcu, kiedy sprężystość eteru zrównoważy się z ich dalszém rozchodzeniem się, nikną powoli. W rzeczy saméj, jeżeli uważać będziemy światło jako rozchodzące się w falistych biegach, natężenie tego światła zmienia się podobnie jak na-

tężenie głosu, będąc w stosunku odwrotnym z kwadratu odległości ciała oswieconego.

Kiedy światło natrafia na ciało nieprzezroczyste, gładkie, wypolerowane, wtedy odbija się w części i prawo tego odbicia jest takie, *że kąt wpadania jest równy kątowi odbicia*: i znowu kiedy promień światła z środka rzadszego przechodzi w gęstszy, *to się załamuje ku linii pionowéj*. Jeżeli światło to wpada na powierzchnią krzywą *np.* kulistą, wtedy wszystkie promienie schodzą się w jeden punkt, który się zowie *ogniskiem*. Na prawie załamywania się światła polegają *soczewki* sklanne wchodzące w skład *lunet astronomicznych*. Podobnie na prawie odbijania się światła polegają *zwierciadła metalowe wypukłe i wklęsłe*, które znowu wchodzą w skład *teleskopów*.

Swiatło zwyczajne *np.* światło słoneczne, które się zowie *światłem białem*, nie jest pojedynczém, ale złożoném z siedmiu świateł kolorowych. Ażeby się o tém przekonać, trzeba przed małym otworem okiennicy izby ciemnéj osadzić pryzma szlanne mocno światło łamiące, a wtedy promień przez krawędź

tego pryzmatu przechodzący rozczepi się na siedm promieni kolorowych, i te odmalują się na ścianie białéj na przeciwko okiennicy będącéj; kolory te są: *czerwony, pomerańczowy, żółty, zielony, niebieski, granatowy i fioletowy*. Te siedm kolorów dają nam obraz *widma słonecznego*, i dowodzą różnéj łamalności każdego z tych promieni, z których się promień biały składa.

Swiatło jest źródłem obfitém w ważne zjawiska, my tu tylko krótko o nich mówić będziemy i rozpoczniemy rzecz o *diffrakcyi* i *interferencyi*. Jeżeli przedmiot jest tarczą o cienkich brzegach, natenczas dostrzeżemy, że brzegi te okolone są frandzlami, częścią świetlémi, częścią ciemnemi, co tworzy gatunek strzępów. W miarę jak się oddalamy od linii cienia, frandzle te świetne coraz mniéj stają się wyraźne, a frandzle ciemne stają się coraz ciemniéjsze. Brzeg zatém tarczy nagiął światło, a nagięcie to zowie się *diffrakcyą*.

Zjawisko diffrakcyi zostaje w ścisłym związku z *interferencyą*, czyli z krzyżowaniem się promieni światła. Działanie dwóch takich

promieni na siebie stanowi to krzyżowanie się, które jest fenomenem bardzo ważnym. Dwa takie promienie dodają się do siebie i robią światło dwa razy silniejszém, albo téż odéjmują się od siebie i znoszą się zupełnie. Jeżeli wpuścimy dwa promienie, przez dwie szpary lub otworki blizkie siebie do ciemnicy, natenczas otrzymujemy światło na ekranie białym i dostrzegamy na przestrzeni przez te dwa otworki oświeconéj ciąg franzli naprzemian swietnych i ciemnych, podobnych do tych, jakie przez diffrakcyą miały miéjsce. Zasłoniwszy jeden otworek, otrzymujemy tylko barwę zupełnie świetną, prawie jednostajną; co dowodzi, że światło przechodzące przez drugi otworek utworzyło, dodając się do pierwszego, ciąg franzli ciemnych i swietnych; to jest utworzyło mieszaninę ciemności i swiatła. Ztąd wynika, że jedne promienie zniosły się z sobą i wydały miéjsca ciemne, drugie zaś dodały się do siebie i wydały miéjsca swietne. Zasada, na któréj polega to zjawisko, należy do układu fal, i ono to obaliło układ wy-

pływu, podług którego zjawisko to nie dało się wytłomaczyć.

Powiedzieliśmy, że promień światła załamuje się, przechodząc z jednego środka do drugiego, różnéj z nim gęstości, ale w niektórych ciałach zachodzi podwójne załamanie się jak *np.* patrząc przez spat islandzki na linię prostą na papierze pociągniętą, widziémy dwie linie, promienie zatem wychodzące od téj linii utworzyły dwojakie promienie, z których jedne są *zwyczajne*, drugie zaś *nadzwyczajne*. Oprócz tego, obracając ten spat, możemy mu nadać takie położenie, że promień nadzwyczajny przykrywa promień zwyczajny, a dopiéro się w dalszym obrocie, dwa te promienie rozchodzą. Kierunki te, w których promień jeden przykrywa drugi, są to *osie optyczne* spatu.

Zastanawiając się nad podwójném załamywaniem się światła, *Malus* odkrył jego *polaryzacyę*.

Badania światła zpolaryzowanego można uważać za obszerną część fizyki, wiele albowiem na tém polu zrobiono nowych odkryć.

My ograniczymy się na tém, że polaryzacya jest zupełnie oddzielnym stanem światła, mającém różne własności, których światło zwyczajne nie posiada. Stan ten można otrzymać przez reflekcyę lub refrakcyę podług pewnych warunków; i tak, jeżeli skierujemy wiązkę światła zwyczajnego na zwierciadło płaskie tak, ażeby promienie jego robiły z niém kąt 35 stopni i 25 minut, wiązka ta będzie zpolaryzowaną, a tém samém będzie miała różne własności od tych, jakie posiada podobna wiązka zwyczajnego światła. Jeżeli *np.* skierujemy te wiązkę światła na drugą tafelkę szkła, pod takim samym kątem 35°, 25°, ustawiwszy te tafelkę tak, ażeby ona była prostopadłą do pierwszéj, to wiązka ta światła przejdzie przez drugą tafelkę, nie doznając żadnego załamania się.

Główną własnością światła polaryzowanego jest, że jeżeli na tafelkę turmalinową pada wiązka światła prostopadle, i kiedy oś téj tafelki jest równoległą do płaszczyzny wpadania promienia zpolaryzowanego przez odbicie, natenczas promień ten zupełnie ni-

knie i nie przechodzi przez tafelkę; jeżeli zaś oś ta jest prostopadłą do płaszczyzny wpadania, wtedy światło to przechodzi zupełnie przez tę tafelkę turmalinową.

Kiedy się światło odbija lub załamuje, to wtenczas jest ono zawsze mniéj lub więcéj zpolaryzowaném, ale znajduje się też zawsze kąt taki dla każdego ciała, pod którym promień wpadając, jest zupełnie zpolaryzowanym, i ten to zowie się *kątem polaryzacyi*: wynosi on dla szkła 35 st. 25 m.

Jeżeli my poddamy wiązkę światła pod ilekolwiek takich odbić, z kolei po sobie następujących, pod kątem raz mniejszym, drugi raz większym od kąta polaryzacyi, wiązka ta będzie raz więcéj, drugi raz mniéj zpolaryzowaną, a w końcu po kilku takich odbiciach, będzie taką zupełnie.

Kilka z kolei po sobie następujących załamań robią ten sam skutek.

Dodatek Piąty.

Poprawy w dostrzeżeniach astronomicznych zachodzące.

Oprócz poprawy dostrzeżenia co do *precessyi*, czyli poprzedzania punktów równonocnych; *nutacyi*, czyli kołysania się osi ziemskiéj; i *aberracyi*, czyli obłąkania wzroku dostrzegacza, potrzeba go jeszcze poprawić co do *parralaksy*, czyli dwuględu, i co do *refrakcyi*, czyli załamywania się światła w powietrzu.

Patrzymy na ciała niebieskie z wierzchu ziemi, kiedy nie jéj wierzch, ale jéj środek jest środkiem obrotu dziennego; więc nie do poziomu *fizycznego* przez miéjsce dostrzegacza poprowadzonego; ale do poziomu *geometrycznego*, to jest równolegle do tamtego przez środek ziemi przechodzącego, wszystkie bie-

gi i wysokości ciał niebieskich powinny być odnoszone. Poprawa dostrzeżeń ztąd wypadająca nazywa się *parralaksą*, czyli dwuwględem [1]).

Gwiazdy stałe téj poprawie nie ulegają, dla tego, że są od nas nieskończenie prawie odległe; ale dostrzeżenia słońca i ciał około niego krążących trzeba co do dwuwględu poprawiać; dla tego, że odleg,ość wierzchu ziemi od jéj środka, czyli promień ziemski, nie jest wielkością niknącą względem odległości tego słońca od ziemi; albo względem odległości od ciał około niego krążących.

Swiatło, idąc od gwiazd łamie się w atmosferze ziemskiéj, i tak złamane wpada do naszego oka; widziémy więc gwiazdy nie w kie-

---

[1]) Parralaksa ta zowie się *dzienną*, dla rozróżnienia jéj od *roczné j*, przez którą rozumie się kąt, pod jakim widzielibyśmy oś wielką ekliptyki, gdybyśmy się mogli znajdować w środku słońca.

runku promienia, który wyszedł od gwiazdy; ale w kierunku promienia stycznego do wypukłéj linii krzywéj, którą promień światła łamiący się w coraz gęstszych warstwach powietrza utworzył; a zatém widziémy gwiazdę nie w jéj prawdziwém miéjscu, ale w innem wcale miéjscu nieba. Poprawa takowego skutku w dostrzeżeniach nazywa się *refrakcyą*, czyli załamaniem się światła wpowietrzu, którego wielkość powiększa się lub zmniéjsza podług siły łamiacéj w atmosferze, siła ta zawisła od sprężystości powietrza i jego stopnia ciepła; albo co na jedno wychodzi, od stanu barometru i termometru w czasie dostrzeżenia.

Te są poprawy, które zachodzą w dostrzeżeniach astronomicznych; wypadają one z trzech przyczyn:

Najprzód z położenia dostrzegacza (parralaksa).

Powtóre z ruchomości punktów na niebie, wziętych za stale (precessya i nutacya).

Potrzecie z odmian i działania światła, tudzież z jego prędkości porównanej z prędkością biegu ziemi (refrakcya i aberracya).

A ztąd wypada podział dostrzeżeń i położeń gwiazd na *pozorne*, to jest temi wszystkiemi przywarami skażone; i na *prawdziwe*, to jest od nich wszystkich oczyszczone i poprawione.

Dodatek szósty.

O narzędziach astronomicznych.

Narzędzia, których astronom używa do robienia dostrzeżeń, są wogólności trojakie:

Najprzód: takie które służą do *mierzenia czasu* a témi są: zegary pendułowe i sprężynowe.

Powtóre: takie które służą do *powiększenia siły wzroku naszego*, a témi są: lunety i teleskopy, refraktory i reflektory.

Potrzecie: nakoniec takie, które służą do *mierzenia kątów* a temi są: teodolit, koło południkowe, koło murowe, koło powtarzające, ekwatorjał, i t. d., a oprócz tego różne przyrządy służące do upoziomowania osi narzędzia lub wyznaczenia linii wierzchołkowéj, a témi są: pion, to jest ciężarek na nici zawieszony i libella, to jest równowaga powietrzna; (Zob. Fig. 20); przyrządy do odczytywania dro-

bniejszych części podziału na kołach, a témi są: wernier i mikrometr (zob. Fig. 21).

Miejsce w którem astronom dostrzeżenia swoje wykonywa, jest to budynek wielki, widny i otwarty; a w którego salach i wieżach z kopułami znajdują się powyższe narzędzia. Miejsce to zowie się *obserwatoryum astronomiczném* albo *dostrzegalnią astronomiczną*.

Narzędzia służące do mierzenia czasu.

Każdy ma wyobrażenie czasu: między tém, co było, a co jest, upłynął pewien przeciąg czasu dłuższy lub krótszy; i podobnie między tém co jest, a co będzie, upłynie także pewien przeciąg czasu.

Do mierzenia czasu używa się zegarów, które są: albo *pendułowe* albo *sprężynowe*, każdy z tych zegarów opiszemy tutaj.

Zegar pendułowy. Figury 9 i 10 pokazują skład zegaru pendułowego z ciężarem. Ciężar A, będący siłą poruszającą (motorem),

przyczepiony jest do końca sznurka, który się na wał B nawija, obraca on ten wał, a tém samém i kółko C; to ostatnie zahacza o cewkę D, któréj oś ma na sobie drugie kółko E, które zahacza o cewkę F, na któréj znowu osadzone jest trzecie kółko G; to zahacza o cewkę H, na któréj osi osadzone jest czwarte kółko K; nakoniec to ostatnie kółko zahacza o cewkę L, na któréj osi znajduje się kółko wychwytowe M; kotwica NN ruchoma około osi O, otacza górną część kółka M. Oś O ma na sobie pręt S, z widelkami T, u spodu, a pręt U U z soczewą V wchodzi pomiędzy powyższe widełki. Nakoniec penduł zawieszony jest pomiędzy dwoma sprężynami, które uginają się podczas wachnień, to w jedną, to w drugą stronę.

Opisaliśmy penduł najprostszy, ale przy zegarach astronomicznych, używa się tak zwanego *pendułu kompensacyjnego*, który złożony z sztab żelaznych i mosiężnych, ma przy każdéj temperaturze tę samą długość; zawartą pomiędzy punktem jego zawieszenia, a środkiem wachnień.

Otrzymuje się także kompensacya, używając pręta żelaznego, na końcu którego znajdują się dwa walce szklanne, napełnione merkuryuszem.

Zegar sprężynowy. Fig. 11, przedstawia zegar sprężynowy. Sprężyna J, której koniec zewnętrzny stale jest przytwierdzony, usiłuje obracać oś, do któréj koniec jéj wewnętrzny jest przymocowany. Na téj osi osadzone jest kółko B z zębami haczykowatemi, które działa na zębate kółko C przy pomocy palczyka O, kółko C zahacza o cewkę D, a témsamem obraca kółko E; to zaś obraca cewkę F i kółko G; to nakoniec ostatnie udziela swojego ruchu cewce H, a oś jéj obraca kółko M, za pośrednictwem kółka K i cewki L, które tworzą kółko kątowe. Daléj następuje oś regulatora o łopatkach i wachaczu. Łopatki i, i spotykają nawzajem, jedna po drugiéj, zęby kółka M, a to nadaje wahaczowi N ruch obrotowy tam i napowrót.

Skazówka minutowa osadzona jest na końcu osi E, która to oś przedłużona przechodzi

przez środek tarczy; potrzeba zatem, ażeby sprężyna, która tu jest motorem i regulator, robiły całkowity obrót w ciągu jednéj godziny. Na téj saméj osi znajduje się cewka P, która zahacza o zęby kółka Q; na którego osi znajduje się cewka R, która zahacza o zęby kółka S. To ostatnie kółko osadzone jest na wydrążonym walcu, przez który przechodzi oś *skazówki minutowéj*; na końcu zaś tego walca osadzona jest *skazówka godzinowa*.

Sprężyna A, która cały mechanizm zegaru porusza, nie działa bez końca, ale gdy się już odwinęła, trzeba ją napowrót nawinąć, czyli trzeba *zegar nakręcić*.

Oprócz takich zegarów, które wskazują czas *średni*, są jeszcze *zegary słoneczne* czyli *kompasy*. Fig. 12 przedstawia *kompas na ścianie pionowéj południowéj*, a fig. 13 przedstawia *kompas poziomy*. Zwykle kreślą się kompasy na płaszczyznach, ale można je kreślić na każdéj powierzchni *np*. na kuli. Oddzielne są dzieła o kreśleniu kompasów, a pomiędzy innemi wyszła w Przemyslu *Gnomonika*, napisana przez Ks. Kowalskiego.

O narzędziach służących do powiększenia wzroku.

a. O lunetach i teleskopach, refraktorach i reflektorach.

Niepewne tylko mamy wiadomości o wynalezieniu narzędzi dostrzegany przedmiot zbliżających. Podług wszelkiego prawdopodobieństwa odkryto je przypadkowo na początku wieku siedemnastego. Przypuszczenie, jakoby starożytni już narzędzi takich używali, zbiło bardzo wielu Hellenistów. To jednak pewna, że w r. 1608 Jan Lippershey, fabrykant okularów w Middelburgu, uzyskał od magistratu tego miasta patent swobody na wyrabianie lunet. W rok potem Gallileusz, nie wiedząc o odkryciu powyższem, sam złożył lunetę i tą odkrył cztéry dotąd znane księżyce Jowisza. Czy to dzieci Lippersheya, bawiąc się soczewkami, ustawili na stole dwie z nich, jednę wypukłą, a drugą wklęsłą w takiéj odległości, że patrząc przez nie na koguta oędącego na

wieży kościoła w Middelburgu, tenże znacznie powiększony widzieli; czy też jakiś nieznajomy, przyszedłszy do zakładu Lippersheya, dał powód do tego odkrycia, są to rzeczy dotąd nieroztrzygnięte.

Zasada na któréj opiéra się budowa lunety jest ta, że promienie światła z wielkiéj odległości na soczewkę padające, przez nią przechodząc, łamią się i schodzą w jednym punkcie, który się *ogniskiem* zowie. Prawa takiego załamania się światła są następujące:

Jeżeli promień światła pada na szkło równoległemi ścianami zakończone np. na dobrze szlifowaną szybę; natenczas promień załamany jest równoległy do promienia wpadającego, i my widziémy przedmiot znajdujący się za tą szybą tak samo, jak gdybyśmy na niego patrzyli, odsunąwszy to szkło *płasko płaskie.*

Jeżeli promień światła wpada na szkło w środku grube, a ku brzegowi z obydwóch stron ciągle cieniéj wyszlifowane; to jest mające kształt soczewki, wtedy promienie załamane schodzą się w jeden punkt, któryśmy już wyżéj ogniskiem nazwali. Soczewki takie są: *płasko wypukłe,* i *wypukło wypukłe.*

Układ dwóch takich soczewek, jednéj *większéj* tak zwanéj *przedmiotowéj*, a drugiéj *mniejszéj*, która się zowie *oczną*, osadzone w walcu, czyli w *przezierniku*, w takiéj od siebie odległości, że się ogniska ich schodzą, daje nam bardzo ważne narzędzie, które się zowie *lunetą*, a będąc złożone z dwóch szkieł promienie światła łamiących, jest tém samem *lunetą dyoptryczną* (zob. Fig. 14).

Można także użyć zamiast soczewki przedmiotowéj *zwierciadła metalowego wklęsło odszlifowanego*; a natenczas promienie światła z znacznéj odległości na niego wpadające, odbijają się pod tym samym kątem, pod jakim wpadały i schodzą się w jednym i tym samym punkcie, to jest w *ognisku* tego zwierciadła. Taki układ zowie się lunetą katoptryczną, czyli *teleskopem* (zob. Fig. 15). Luneta dyoptryczna większych wymiarów zowie się *refraktorem* (zob. Fig. 24); a teleskop większych wymiarów zowiemy *reflektorem*.

Są także soczewki *płasko wklęsłe* i *wklęsło wklęsłe*. W lunecie widziemy przedmiot kolorami tęczy okolony, co jest przyczyną nie-

czystego jego widzenia; temu jednak zaradził w r. 1758 Delloud, optyk angielski, złożywszy szkło przedmiotowe z dwóch soczewek, jednéj wypukłéj z szkła koloru zielonkowatego, które się zowie *kronglassem*, i drugiéj soczewki z szkła czysto białego, które się znowu zowie *fintglassem*. Każda luneta ma takie szkło przedmiotowe, i to zowie się *achromatycznem*, to jest bezbarwném; a ztąd też refraktory zowią się także *achromatami*.

Luneta astronomiczna daje nam w swojém ognisku obraz odwrócony przedmiotu dostrzeganego, i takim zostaje ten jeszcze, chociaż na niego przez soczewkę oczną patrzymy. *Luneta hollenderska* czyli *Gallileusza* nie odwraca przedmiotu, ale widziemy go w naturalnéj postawie. To samo ma miejsce *w lunecie ziemskiéj*, czyli tak zwanéj *perspektywie*; w téj w ocznym przezierniku osadzone są cztéry soczewki oczne, dla odwrócenia napowrót odwróconego obrazu, który tym sposobem w naturalnym kształcie widziémy.

Nie ma potrzeby odwrócony obraz przedmiotu w astronomicznéj lunecie przywodzić

do naturalnéj postawy, a to dla tego, że tarcze ciał niebieskich są kołami.

Ta sama luneta może rozmaicie powiększać, a to stosownie do użytego szkła ocznego, i ztąd to pochodzi, że do jednéj i téj saméj lunety dodaje się kilka soczewek ocznych.

Jeżeli odległość ogniskowa szkła przedmiotowego wynosi 144 linij, a taż odległość soczewki ocznéj jest 2 linie, wtedy luneta taka powiększa 72 razy; jeżeli znowu odległość ogniskowa szkła przedmiotowego wynosi 720 linij, a taka odległość soczewki ocznéj tak samo 2 linie, to luneta taka powiększa 360 razy.

Pierwszy teleskop zwierciadlany wynalazł Gregory, pięćdziesiąt lat po wynalezieniu lunet dyoptrycznych (zob. Fig. 16).

Widzieliśmy, w jaki sposób zwierciadło wklęsłe teleskopu zbiéra odbite promienie, a soczewka oczna je skupia; zachodzi więc teraz pytanie, jak z tego wszystkiego całość złożyć mamy. Oczywistą jest rzeczą, że kiedy się dostrzegacz na obraz w samém ognisku domalowanypatrzy, to wtedy zakrywa on jego

część głową, i dla tego też Gregory tak swój teleskop urządził: Osadził on zwierciadło na dolnéj podstawie przeziernika, i wytoczył w jego samym środku mały bardzo otwór, naprzeciwko którego wognisku tego zwierciadła umieścił małe wklęsłe zwierciadełko; w niém się to obraz przedmiotu jasno i dokładnie malował. *Newton* dokonał tego jeszcze dogodniéj; na boku przeziernika zrobił on otwór i osadził w nim soczewkę oczną, a w jéj ognisku zwierciadło płaskie; zwierciadło wklęsłe w teleskopie nie miało już otworu, ale było nieco pochylone. Tym sposobem promienie światła z znacznéj odległości wpadały na zwierciadło wklęsłe, od tego odbijały się i wpadały na zwierciadło płaskie, od którego odbite, schodziły się w ognisku soczewki ocznéj i tu malował się obraz jasno i wyraźnie. Jest rzeczą godną uwagi, że Newton, ten wielki prawodawca i twórca siły powszechnego ciążenia, był zarazem wielkim optykiem. Królewskie Londyńskie Towarzystwo nauk i umiejętnosci, chowa na pamiątkę ten teleskop, który Newton w r. 1671 jemu ofiarował.

Podstawa jego trójnożna jest wtaki sposób urządzoną, że złatwością może być w każdym kierunku ustawionym, a dostrzegacz, nawet w samym zenicie, może dogodnie obserwować gwiazdy.

W transakcyach filozoficznych na rok 1795 *Wilchelm Herszel* tak opisuje swój czterdziestostopowy olbrzymi reflektor (zob. Fig. 17). Mieszkając w Bath, posiadałem już dobrze sposoby szlifowania zwierciadeł; ale niemiałem w tem dosyć doświadczenia; rozpocząłem jednak tu prace swoje, i zbudowałem różne teleskopy konstrukcyi Newtona z zwierciadłami, których odległość ogniskowa wynosiła 2, 5, 7, 10, 20 stóp; a oprócz tego sam złożyłem teleskopy kanstrukcyi Gregorego, których zwierciadłą miały odległości ogniskowe 2, 3, 5 i 10 stóp. W roku 1781 zbudowałem reflektor, którego zwierciadło miało 36 cali średnicy, a odległość ogniskowa wynosiła 30 stóp. Nakoniec w r. 1785 zacząłem budować czterdziest-stopowy reflektor o zwierciadle mającém 4 stopy średnicy. Ukończyłem go w r. 1789, a podstawa jego była tak urzą-

dzona, że w wszystkich kierunkach tenże mógł być ustawionym. Tém to narzędziem odkrył W. Herszel szósty księżyc Saturna.

W ostatnich dziesiątkach lat, Lassel zrobił także wielkie reflektory, któremi odkrył przy Neptunie jeden księżyc i ósmy księżyc Saturna, tudzież dwa przy Uranie; a nakoniec Lord Rossel ustawił swój olbrzymi reflektor w Parsonstaun, 12 mil od Dublina (zob. Fig. 18). Srednica jego zwierciadła równa się 6-ciu stopom, jego grubość $5^{1}/_{2}$ cala. Zwierciadło jest z aliazu, którego częściami składowemi są miedź i cyna, połączone z sobą tak, że na 100 częściach aliażu znajduje się $68^{1}/_{3}$ miedzi, a $31^{2}/_{3}$ cyny; odległość jego ogniskowa równa się 54 stóp. Ciężar całego reflektora wynosi 16284 kilogramów, czyli około 40700 funtów.

Tym to reflektorem rozłożył Lord Rosse obłoczki na miliony drobnych gwiazdeczek i dał nam obraz spiralnych obłoków, różnych mgławek i t. d.

b. O mikrometrach i o heliometrze.

W lunety i teleskopy uzbroione okó poznało kształty, budowę fizyczną i massy planet. Pierwszą lunetą odkryto księżyce Jowisza, plamy na słońcu, pierścień Saturna i obłok mglisty w konstellacyi Andromedy. W roku 1634 francuzki astronom Maerin wpadł na myśl połączenia lunety z okręgiem koła, podzielonym na stopnie, minuty i ich dalsze części.

Pikard aż do roku 1667 używał murowego Kwadrausa bez lunety; a kiedy Halley w r. 1679 odwiedził Heweliusza, to tenże uczony podziwiał dokładność, z jaką Heweliusz wyznaczał wysokosci gwiazd.

Wyznaczenie kątów wielkich uskutecznia się przy pomocy kół podzielonych na stopnie, minuty i ich częsci. Na tych kołach osadzona jest luneta ze szkłem, jak wiadomo, przedmiotowem i soczewką oczną. W ognisku spólnem tych dwóch szkieł znajduje się *mikrometr*, składający się z dwóch nitek, jednéj

poziomej, a drugiej pionowo ją przecinającej, i wtenczas to dopiero odczytują się na kole stopnie, minuty i sekundy, kiedy gwiazdę przykrywa punkt przecięcia się tych dwóch nitek. Nitki są albo włóknem z pajęczyny, albo z cienkiego drutu platynowego. Przy lunecie i kole południkowem znajduje się pięć takich nitek pionowych, które dwie poziome bardzo siebie blizkie przecinają. Pomiędzy temi dwoma nitkami przepuszcza się gwiazda i wpisuje się do umyślnego dziennika czas, którego ta gwiazda potrzebuje do przejścia od jednej do drugiej nitki pionowej. Srednia różnicowa tych pięciu czasów, daje nam czas przejścia gwiazdy przez południk. Oprócz tego na kole południkowem odczytuje się kąt, który promień oczny do tej gwiazdy poprowadzony z poziomem robi to jest, wyznacza się wysokość tej gwiazdy.

Do mierzenia małych odległości kątowych *np.* do mierzenia odległości dwóch gwiazdeczek gwiazdę podwójną składających lub średnic tarczy słońca, księżyca i planet, służy mikrometr następującej konstrukcyi: w ogni-

sku osadza się puszka mosiężna, któréj dwie ściany od siebie równoległe mają na sobie otwór okrągły; w niem osadzone są nitki tak, że jedna jest pozioma stała, to jest posuwać się nie mogąca, druga także pozioma, ale posuwalna; te dwie przecina trzecia, która przechodzi przez środek otworu i jest do nich pionową. Nitka ruchoma połączona jest zewnątrz z tarczą, na któréj są podziały, których wartość w minutach lub sekundach jest znaną, a w jéj środku znajduje się śruba o drobnym bardzo gwincie, czyli *szrubka mikrometyczna*, któréj główka podzieloną jest jeszcze na sto części. Tym mikrometrem mierzy się naprzykład średnica słońca następnie: założywszy szkło kolorowe, naprowadza się nitka pozioma stała tak, ażeby była styczną do jednego z brzegów słońca; poczém ustawiwszy skazówkę na zero tak na tarczy, jako i na głowie szrubki, kręci się szrubką dotąd, dopóki druga nitka pozioma ruchoma nie będzie styczną do drugiego brzegu słońca. Tak nadstawiwszy lunetę, w któréj osadzony jest mikrometr, odczytuje się na tarczy liczba cał-

kowitych kroków, a na główce części setne jednego kroku.

Od tych *nitkowych mikrometrów*, różni się zupełnie *Heliometr* Fig. 22, dla tego tak nazwany, że używany bywa do mierzenia średnicy słońca; jest to luneta, któréj soczewka przedmiotowa składa się z dwóch połówek, a z tych jedna posuwać się może pionowo wzdłuż drugiéj. Obserwuje się tem narzędziem następnie: chcąc wyznaczyć odległość kątową dwóch gwiazd, gwiazdę podwójną składających, to oczywistą jest rzeczą, że wtedy, kiedy połówki te składają całkowitą soczewkę, widziémy każdą oddzielnie z tych gwiazd, a kiedy posuniemy jednę połówkę pionowo wzdłuż drugiéj, to natenczas każda gwiazda da nam dwa swoje obrazy, tak że w lunecie widzieć będziemy cztéry gwiazdy. Jeżeli teraz te dwie połówki pionowe zsuwać będziemy dotąd, dopóki obrazy te nie przykryją się, natenczas odczytuje się szukana odległość kątowa tych dwóch gwiazd.

Mikrometry nitkowe częściéj są używane, aniżeli heliometry: i tak obserwatorya: berliń-

skie, pulkowskie i dorpackie mają mikrometry nitkowe; obserwatoryum Królewieckie i Warszawskie posiadają heliometry. Humboldt podaje młodego *Gascoigne*, jako wynalazcę mikrometrów; dawniej przypisywano ten wynalazek dwom francuzkim astronomom, *Azoutowi* i *Pikardowi*.

c. O narzędziach służących do mierzenia kątów.

Ażeby zmierzyć kąt, jaki robią dwa promienie oczne poprowadzone do dwóch punktów przestrzeni, trzeba celować do tych dwóch punktów, co się uskutecznia albo za pomocą liniału z celownikami (fig. 19), albo zgadzając każdy z promieni ocznych do tych punktów poprowadzonych z przecięciem się dwóch nitek, jednéj pozioméj, a drugiéj pionowéj mikrometru znajdującego się w ognisku lunety. Liniał z celówkami połączony z okręgiem koła, podzielonym na stopnie i jego części, i na trójnogu osadzonym, daje nam zwykły kątomierz, czyli tak zwane *astrolabium*; i podobnie lunety z mikrometrami

połączone z okręgami kół, podzielonych na stopnie i ich części, tudzież rozmaicie osadzone lub umocowane, składają różne narzędzia, które tu wymienimy, ale szczegółowo opisywać je nie będziemy, dla téj prostéj przyczyny, że każdy zwiedzający obserwatoryum daleko je tam lepiéj pozna, aniżeli z opisu. Oprócz tego Dyrektor i każdy z jego Adjunktów stara się nietylko opisać skład każdego narzędzia, ale nadto wskazuje jego użycie.

Narzędzia te są: *Teodolit*, *koło murowe*, *luneta południkowa*, *koło południkowe*, *luneta paralaktycznie ustawiona*, i *ekwatoryał*, (zob. figury od nr. 22 do nr. 27 włącznie).

Dodatek siódmy.

O Kalendarzu.

1. Rozpoczynamy naukę o kalendarzu dokładném określeniém *dnia* i *roku*.

Południém zowie się ta chwila, w któréj słońce najwyżéj wzniesionem jest nad poziom; a *dniem*, jest przeciąg czasu pomiędzy takiemi dwoma południami, bezpośrednio po sobie następującemi.

Gdyby ziemia nie obiegała słońca, ale obracała się tylko około swojéj osi, natenczas wszystkie dni byłyby sobie równe. Wrzeczy saméj, kiedy ziemia znajduje się w którémkolwiek swojém położeniu, uważajmy wtedy ten punkt jéj powierzchni, który leży naprzeciwko słońca, a wtenczas to będzie południe; niechże teraz znowu ziemia, w przypuszczeniu że niema żadnego ruchu postępowego, obróci

się jeden raz zupełnie i punkt ten sam stanie naprzeciwko słońca, to wtedy będzie znowu południe, a przeciąg czasu pomiędzy temi dwoma południami będzie *dniem*. To powtarzać się może bez końca, i niema powodu, dlaczegoby przeciągi te czasów były różne; są więc one w tem przypuszczeniu, że ziemia nie ma biegu postępowego, wszystkie równe pomiędzy sobą. Ale rzecz ma się tu inaczéj, ponieważ ziemia postępuje na swojéj drodze jednocześnie, kiedy obraca się około swojéj osi; ażebyśmy poznali wpływ tego postępowego biegu na długość dnia, założmy, że te dwa ruchy nie wykonywają się jednocześnie, ale jeden po drugim; czyli innemi słowy, założmy, że ziemia postępuje na swojéj drodze, a potem dopiéro obraca się około swojéj osi. Aby dać zmysłowy obraz tego dwojakiego ruchu, wyobraźmy sobie, że drogą ziemi jest brzeg tego okrągłego stołu, a słońce jest to lampa, w jego środku stojąca. Postępujmy za temi dwoma ruchami z jak największą uwagą. W położeniu, które zajmuję, mam lampę, to jest słońce, zupełnie naprzeciwko siebie;

wcelu wykonania biegu postęgowego, posuwam się teraz trochę wzdłuż brzegu tego stołu, nie obracając się, i patrzę ciągle w jeden i ten sam punkt w głębi sali będący; w tém nowem położeniu mam lampę po lewéj stronie, jeżeli więc teraz obrócę się jeden raz zupełnie, to znowu lampa to będzie po lewéj mojéj stronie i powinienem się trochę daléj posunąć, ażebym ją miał naprzeciwko siebie. Tym to sposobem, pomiedzy temi dwiema chwilami, w których jeden i tenże sam punkt ma naprzeciwko siebie słońce, ziemia kończy jeden obrót i cząstkę pewną następnego obrotu; dzień więc jest nieco większy nad czas całkowitego obrotu ziemi około swojéj osi. Przewyżka ta wynosi średnio cztéry minuty; mówię *średnio*, ponieważ przewyżka ta jest zmienną, dla tego, że ziemia nie posuwa się codziennie o ten sam łuczek swojéj drogi; małe zaś zmiany w długości dnia pochodzą z niejednostajnego biegu ziemi postępowego.

Rok jest to przeciąg czasu, jaki upływa, gdy ziemia, wyszedłszy od pewnego punktu drogi swojéj, powraca po całkowitym obiegu do tegoż samego punktu.

Rok dzieli się na cztéry pory roku, które nie są jednakowéj długości i tak:

Wiosna ma dni	92, godz.	20 minut	59
Lato. . . . . „	93, „	14 „	13
Jesień. . . . „	89, „	0 „	2
Zima. . . . . „	89, „	18 „	35
Razem dni	365, godzin	5 minut	49.

2. Wcelu dojścia, czyli wymierzenia czasu potrzeba, pewien przeciąg czasu niezmienny i dobrze wszystkim znany. wziąść za jedność, i z nim porównać dany do zmierzenia przeciąg czasu.

Przyroda sama darzy nas taką jednością: jest nią dzień słoneczny, podług którego wszystkie się nasze zatrudnienia odbywają; ale dzień taki nie jest stałym, a zatém trzeba było za niego podstawić *dzień* tak zwany *średni*. to jest wartość średnio-różnicową z dni słonecznych, z jednego roku lub kilku lat. Przeciąg zatem jakiegokolwiek zjawiska wyrazi się przez pewną liczbę dni średnich, i ułamek jednego takiego dnia, który znowu wyrazić będzie można w godzinach, minutach i sekundach. Godzina jest $1/2$ dnia, ta

dzieli się na 60 minut, a każda minuta na 60 sekund. Czas ten średni wskazują zegary pendułowe, lub sprężynowe (zob. fig. 9, 10, 11), których bieg jest jednostajny; czas zaś prawdziwy wskazują zegary słoneczne czyli kompasy (zob. fig. 12, 13). Różnica pomiędzy czasem średnim i prawdziwym, zowie się *równaniem czasu*, i ta znajduje się w kalendarzach, pod tytułem: „*Ile zegar wskazywać powinien, kiedy południe, czyli godzina 12ta, na kompasie*“. Tym sposobem rozwiązaném zostało zadanie co do wymiarów niedługich czasów; ale jakże byłoby niedogodnem wyrażać wiek człowieka przez liczbę dni, a bardziéj jeszcze czas upłyniony od panowania Cezara, Aleksandra Wielkiego i t. d.

Przyroda jednak i tu temu zaradziła, mamy *rok*, który zostaje w związku z zatrudnieniami rolniczemi, z terminami różnych umów przemysłowych i cywilnych; przez lata te wyrażamy epoki, okresy i czas wypadków historycznych; jest to druga jednostkn czasu, nazwana *rokiem*, któryśmy wyżéj opisali.

Rok zwrotnikowy zawiera 365 dni 5 godz. 48 minut i 48 sekund: dla łatwiejszéj rachuby, przyjęto, że długość roku wynosi okrągło 365 dni i 6 godzin, to jest o 11 minut 12 sekund większą; ztąd co 4 lata przybywa jeden dzień; mamy zatem co 4 lata jeden rok *przestępny*, mający 366 dni, i trzy lata *zwyczajne* po 365 dni. Przestępnemi są lata, których liczba, biorąc ją od Ery Chres. czyli od Narodz. J. Chr. jest podzielną przez 4; i tak:

lata . . . . . 1864, 1868, 1872 i t. d. są przestępnémi,
lata zaś . . . 1865, 1869, 1873 i t. d.
1866, 1870, 1874 i t. d.
1867, 1871, 1875 i t. d. są latami zwyczajnémi.

Prawidło to byłoby dostatecznćm, gdyby rzeczywiście rok zwrotnikowy zawierał 365 dni 6 godzin, ale jak to widzieliśmy, jest on o 11 minut, 12 sekund dłuższy od prawdziwego; ponieważ różnica ta po upływie cztérech wieków wynosi 3 dni, a zatem z cztérech wieków, które podług powyższego prawidła byłyby wszystkie przestępnémi, jeden wiek,

podzielny przez 4 jest rokiem przestępnym, a trzy z kolei po sobie następujące, niepodzielne przez 4, są latami zwyczajnémi i tak:

rok 1600 był przestępnym rokiem,
lata 1700 i 1800 były zwyczajnémi latami,
rok 1900 będzie zwyczajnym, a
rok 2000 będzie przestępnym.

Ztąd też wypływa różnica, która zachodzi pomiędzy datą kalendarza dawnego a nowego.

Różnica ta wynosi teraz 12 dni, a od roku 1900 aż do 2100 różnica ta wyniesie 13 dni.

Niemasz nic prostszego nad taki układ kalendarza. Różnica, czyli błąd w kalendarzu nowym, jest tak mały, że ten dopiéro po upływie 4000 lat jeden dzień wyniesie.

Oprócz dwóch jednostek czasu, którémi są: *dzień* i *rok*, są jeszcze: *wiek, miesiąc, tydzień, godzina, minuta* i *sekunda*, jak to już każdemu wiadomo. Miesiąc i tydzień są zabytkami kalendarza księżycowego.

Nazwiska dni w tygodniu są następujące: Niedziela, Poniedziałek, Wtorek, Sroda, Czwartek, Piątek i Sobota. Tydzień ma 7 dni. Nazwiska znowu miesięcy są: Styczeń, Luty,

Marzec, Kwiecień, Maj, Czerwiec, Lipiec, Sierpień, Wrzesień, Październik, Listopad, i Grudzień. Z tych *Luty*, ma w roku zwyczajnym 28 dni, a w roku przestępnym 29 dni; *Kwiecień, Czerwiec, Wrzesień* i *Listopad*, mają po 30 dni; a pozostałe, to jest: *Styczeń, Marzec, Maj, Lipiec, Sierpień, Październik* i *Grudzień*, mają po 31 dni.

Oprócz Niedziel, których przeznaczeniem jest wypoczynek, są jeszcze święta, które dzielą się na *nieruchome*, czyli takie, że one przypadają zawsze na jedne i te same dnie miesiąca *np*. Boże Narodzenie obchodzi się zawsze dnia 25 Grudnia; i na *ruchome*, czyli takie, które obchodzimy w różnych dniach miesiąca *np*. Wielkanoc; ta, jak niżéj zobaczymy, nie może wcześniéj przypaść, jak dnia 22 Marca, a niepóźniéj jak 25 Kwietnia; obchodzimy ją zawsze w jedną z niedziel, przypadających pomiędzy temi dwiema datami. Inne święta ruchome są: Niedziela Starozapustna, Popielec, Zielone Świątki, Wniebowstąpienie Pańskie, Boże Ciało i pierwsza Niedziela Adwentu. Daty wszystkich poprzednich

świąt zależą od daty Wielkiéjnocy, ostatniego zaś, to jest pierwszéj Niedzieli Adwentu, od daty Bożego Narodzenia, które jest świętem nieruchomém.

3. Ponieważ daty świąt ruchomych, oprócz pierwszéj Niedzieli Adwentu, zależą od daty Wielkiéjnocy; a zatém podamy tu prawidło na jéj wyrachowanie Gaussa, matematyka Gettyngskiego, które jest bardzo prostém, i niewymaga dalszéj znajomości nad znajomość cztérech pierwszych działań arytmetycznych.

Prawidło. *a*) Podziel liczbę oznaczającą rok, dla którego chcesz wyznaczyć datę Wielkiéjnocy, z kolei przez 19, przez 4 i przez 7 i nazwij z takiego podzielenia wypadające reszty, resztą *pierwszą*, *drugą* i *trzecią*.

b) Dodaj do liczby 23 resztę pierwszą 19 razy wziętą, podziel ten wypadek przez 30 i nazwij resztę z dzielenia tego wypadającą resztą *czwartą*.

c) Dodaj następnie do liczby 4, 2 razy wziętą resztę drugą, 4 razy wziętą resztę trzecią i 6 razy wziętą resztę czwartą, podziel ten

wypadek przez 7 i nazwij resztę ztąd wynikającą resztą *piątą*.

d) Nakoniec dodaj resztę *czwartą*, do reszty *piątéj*, a tym sposobem otrzymasz liczbę dni, którą dodasz do 22 Marca, a wypadnie ci data niedzieli Wielkanocnéj. Gdyby wypadek ten przypadał na dzień 26 Kwietnia, to cofnąć się trzeba o 7 dni, czyli o cały tydzień.

Przykład 1. Którego dnia w r. 1869 przypada Wielkanoc?

Zpodzielenia liczby 1869
przez 19 4 7
wypadają reszty 7 1 0.

Podług *b*, wypada, odbywszy wskazane działania. . . . $[23 + 19 \times 7] : 30$ reszta 6.

Podług *c*, otrzymamy daléj:

$$4 + 2 \times 1 + 4 \times 0 + 6 \times 6 = 42.$$

Co podzielone przez 7, daje na resztę 0.

Nakoniec podług *d*, wypada:

data Wielkiéjnocy Marca $22 + 6 + 0 = 28$.

Prawidła tego nie dowodzimy, ponieważ dowód jego wymaga znajomości *Teoryi liczb*, którą mala zapewne liczba czytających zna,

odsyłamy zatém po ten dowód do dzieła pod tytułem: *Paschalia*, które ks. Smoleniec Bazylianin wydał.

Niedziela Starozapustna jest *dziewiątą* niedzielą przed niedzielą Wielkanocną.

Popielec jest *czterdziestym szóstym* dniem przed niedzielą Wielkanocną.

Zielone Swiątki przypadają na *siódmą* niedzielę po niedzieli Wielkanocnéj.

Wniebowstąpienie Pańskie obchodzi się w *trzydziestym dziewiątym* dniu po niedzieli Wielkanocnéj.

Boże Ciało jest to *sześćdziesiąty* dzień po niedzieli Wielkanocnéj.

Nakoniec *pierwsza Niedziela Adwentu*, jest *czwartą* niedzielą przed Bożem Narodzeniem.

Stosując to do powyższego przypada:

Niedziela Starozapustna na dzień 24 Stycznia.

Popielec w Srodę dnia 10 Lutego.

Zielone Swiątki na dzień 16 Maja.

Wniebowstąpienie Pańskie na dzień 6 Maja.

Boże Ciało na dzień 27 Maja.

Pierwsza Niedziela Adwentu na dzień 28 Listopada.

Przykład 2. Idzie o znalezienie daty niedzieli Wielkanocnéj w r. 1818.

Tu te pięć reszt są z kolei

13 2 5 0 0,

a ztąd Wielkanoc przypada na dzień 22 Marca, to jest najwcześniej, jak tylko być może.

Przykład 3. W którym dniu będzie Wielkanoc w r. 1886?

Tu te pięć reszt są z kolei:

5 2 3 28 6;

a ztąd otrzymasz datę Wielkanocy dnia 25 Kwietnia, to jest najpóźniejszą, jak tylko być może.

Prawidło tu podane, służy na *dziewietnasty* wiek; dla *dwóch* następujących wieków trzeba za liczby 4 i 23 wziąść 5 i 24.

Kalendarz *Juliański* zaprowadzony został w r. 47 przed Nar. J. Chr. i wtedy to zgodzono się na to, ażeby Nowy rok przypadał

pierwszego nowiu od początku zimy, co i dotąd niekiedy ma miejsce; lubo bardzo rzadko nów księżyca przypada na dzień 1 Stycznia. Koncilium dopiero Nicejskie w r. 325 przyjęło Kalendarz Juliański i wprowadziło rachunek lat od Narodzenia Jezusa Chrystusa, czyli *Erę Chrześcijańską*.

Dla ustalenia zgodności pomiędzy tym sposobem rachuby, a biegiem słońca, ustanowiono, że w r. 325 porównanie dnia z nocą wiosenne przypadało na dzień 21 Marca tegoż roku. Kalendarz Juliański pomimo swojej niedokładności był używany przez Chrześcian, aż do r. 1582. Błąd popełniony, a wynoszący trzy dni w ciągu czterech wieków, urósł aż do 10 dni w ciągu jedynastu i pół wieku, które od Koncilium Nicejskiego, to jest od r. 325 do r. 1582 upłynęły. Błąd ten wykazany naprzód przez *Rogiera Bakona*, a potem przez *Piotra d'Ailly* na Koncilium Konstantyńskiem, byłby doprowadził do tego, żebyśmy obchodzili Wielkanoce w czasie zimy, która to uroczystość w duchu Kościoła Swiętego jest świętem wiosennem; ponieważ Koncilium

Nicejskie, ustalając to Święto w Niedzielę pierwszą popełni po dniu 21 Marca, przyjęło mylnie, że zawsze porównanie dnia z nocą na ten dzień przypada.

Ażeby więc Kalendarz Juliański przyprowadzić do stanu normalnego, polecił *Grzegorz* XIII papież, za radą i pomocą astronoma Kalabryjskiego *Liliusza*, dziesięć dni wyrzucić, to jest, ażeby po dniu 4-tym Październikа 1582 r., nierachowano 5-ty, ale 15-ty Października; i ażeby nadal zgodność potrzebną zachować, polecił także, ażeby wieki niepodzielne przez 4, były latami zwyczajnémi, w każdych zatém cztérech wiekach *np.* jak wyżéj w latach:

1600 1700 1800 1900

pierwszy rok był przestępnym, ponieważ 16 jest podzielném przez 4, a dwa następujące były latami zwyczajnémi; ostatni zaś będzie także zwyczajnym.

Tym to sposobem, po tylu popełnionych błędach i ich stopniowém poprawianiu, powstał *Gregoryański Kalendarz*, który Włochy,

Francya i Polska tegoż roku 1582 przyjęły; Niemcy zaś, Dania, Szwecya i Szwajcarya przyjęły tenże pomiędzy latami 1584 a 1600; Anglia w r. 1752. Rossya tylko i Grecya używają dotąd Kalendarza Juliańskiego.

Dodatek ósmy.

Zaćmienie całkowite słońca dnia 18 Sierpnia 1868 roku.

Monitor francuzki donosi o dostrzeżeniach Janssena powyższego zaćmienia to, co następuje:

Pan Janssen, znakomity fizyk francuzki, wysłany był przez Biuro długości Akademii nauk i umiejętności i przez Ministra Oświécenia publicznego do Indyj Wschodnich, posiadłości angielskiéj, w tym celu, ażeby powyższe zaćmienie obserwował. Cztéry dni po dostrzeżeniach tego zaćmienia doniósł Pan Janssen drogą telegraficzną, że *przy pięknéj pogodzie dostrzeżenia tego zaćmienia z wszelką dokładnością zrobione zostały.*

Linia środkowa rozciągała się od *Aden* do *Nowej Gwinei*, a *Massusipatam* uznaném zostało za najdogodniejszy punkt do tychże dostrzeżeń. Zaćmienie to całkowite trwało 6 minut i 46 sekund, kiedy w poprzednich zaćmieniach czas ten najdłużéj wynosił tylko 4 minuty. Zbudowano tymczasową dostrzegalnię i zaopatrzono ją w potrzebne ku temu narzędzia, i to w miejscu, wktórem wszystkie atmosferyczne okoliczności sprzyjały. Nie ma tam w bliskości domów, dymu, żadnego przejazdu z ciężarami, wskutku którego narzędzia doznawałyby jakiegoś wstrząśnienia; jednem słowem, francuscy astronomowie byli pod każdym względem zadowoleni ze swoich dostrzeżeń. Janssen donosi, że *zaćmienie obserwowano, że dostrzegano wyskoki purpurowo-czerwone, i że widziano także widmo bardzo· piękne i nieprzewidywane.* Telegram brzmi następnie: *Opisane przez Arago wyskoki z brzegów księżyca wytryskujące podczas zaćmienia dnia 8 Lipca 1842 r. i teraz miały miéjsce.* Od tego czasu obserwowano je kilka razy i na tych to dostrzeżeniach opiéra się tło-

maczenie tego pojawu. Z zaćmienia r. 1851 wnioskowano, że *wyskoki te należą do słońca.* Rozkład widma gwiazd, a w szczególności słońca, zasadza się na rozkładzie światła białego na światło śiedmio kolorowe i na wielką liczbę kresek czarnych, lub też mniej, albo więcéj ciemnych. Układ kolorów, ich liczba, ich położenie i natężenie ich światła, zmieniają się stosownie do ciał, które się w tém źródle światła znajdują. Ztąd też podano sposoby przekonania się o ciałach znajdujących się w świetle słońca i gwiazd.

Z tych kilku słów Janssena można poznać, jakie on to skarby naukowe z sobą przywiezie; i ile to nie wzbogacą je dostrzeżenia innych astronomów, którzy się tam podczas tego zaćmienia znajdowali. Zapewne Janssen nie zwracał swojéj uwagi na same tylko wyskoki, ale zwrócił ją także na to mdłe światło, które przez czas niknięcia całkowitego zaćmienia tarczę księżyca okala. Swiatło to, albo pochodzi z atmosfery słonecznéj, albo z naszéj własnéj; a jeżeli ono jest gazową powłoką słońca, to brzeg księżyca powinien się jaśniéj

i wyraźniej uwydatnić na częściach brzegów bliżej słońca będących, aniżeli w punktach od tych brzegów bardziej oddalonych, jak to Vilarceau utrzymuje. Tak samo było i podczas zaćmienia dostrzeganego dnia 18 Lipca r. 1860. Co się tyczy przyrody tego światła, to dla jéj poznania trzeba dogodniejszégo czasu i większéj liczby dostrzeżeń. Czas ten teraz nadszedł i zapewne nam Janssen i jego towarzysze wszystkie zjawiska zaćmieniom towarzyszące, jak najdokładniéj, wytłomaczą.

Zaćmienie słońca całkowite niedało obserwatorom niemieckim w *Aden* bardzo zadawalniających wypadków, z powodu zakrycia nieba chmurami na dziewięć dziesiątych. Tylko przez trzy minuty zaćmienia, (całe trwało przeszło pół siódméj minuty), udało się jednak przez szparę w obłokach zdjąć sześć fotografij świetnego wieńca słonecznego; z tych fotografij dwie zepsute zostały smugami obłoków. Fotografie te, gdy będą porównane z francuzkiemi i angielskiemi, wiele zapewne znaczyć będą. Szczególniéj dwie pierwsze przedstawiają obraz znacznych wyskoków

słonecznych i szczególne ich kształty, zmienności ich co do formy i miejsca, pokażą się po porównaniu z wizerunkami o 40 minut później zrobionemi w Indyach: zkąd nie ma jeszcze bliższych wiadomości.

Dodatek dziewiąty.

O aerolitach spadłych w Białocerkwi i w okolicach Dynaburga.

Akademia medyczna w Wilnie posiadała, a teraz zapewne Uniwersytet Ś-go Włodzimierza w Kijowie posiada w zbiorze swoim dwa aerolity; jeden przywieziony roku 1796 z Białocerkwi, w Guberni Kijowskiéj; drugi spadł w okolicy Dynaburga roku 1820. Ten ostatni jest tylko częścią daleko większéj massy kamiennéj, którą długo widziano krążącą na niebie, w postaci kuli ognistéj; poczém rozpękła się ona z wielkim hukiem, i jeden z jéj kawałów, mający blizko łokcia długości, wpadł pomiędzy pracujących na polu rolników i głęboko w ziemię się wtłoczył.

Odbite części tego kamienia rozesłano do różnych Instytutów naukowych. Rozbiór jego chemiczny odkrył takie same części składowe, jakie i w innych takich kamieniach znaleziono.

Dodatek dziesiąty.

Astrologia i Aeromania.

Astrologia wieszczbiarska jest opłakaną chorobą umysłu ludzkiego, zrodziła się ona zapewne z nadużycia astronomii; wszyscy radzibyśmy wiedzieć, co nas w przyszłości czeka; ztąd wróżbiarstwa, od których tylko ludzie rozsądni są wolni. Niezadowolony z przeszłości, nieukontentowany z teraźniejszości, człowiek żyje i żywi się tylko nadzieją; niepewny swojego przeznaczenia, przepędza on swoje dnie w próżnem oczekiwaniu, a gdyby się jemu przyszłość otwarła, natenczas dręczony przyszłemi nieszczęściami, mało czuły na teraźniejsze dobra, uważałby życie za wielki ciężar: roztropność zasłoniła go jednak od tych nieszczęść, od tego wszystkiego, co źle zrozumiana nauka astronomii, czyli *astrologia*,

a dobitniej jeszcze *astromania*, tu na kuli ziemskiéj rozlała. Są pewne okolice, w których dotąd swiatło nauki nie zajaśniało; w Europie nawet niedawnémi czasy znajdowali się na dworach panujących astrologowie; i żadnéj ważnéj sprawy dotąd nie przedsiebrano, dopóki astrolog swojéj przepowiedni nie ogłosił. Swiadczą to błędy Katarzyny Medycys; świadczy o tém przepowiedziana śmierć Henryka IV. Któż nie wie, że Dominik Kassini, zamiłowany w astrologii, poświęcił się prawdziwéj nauce astronomii. Znajomość dokładna biegu ciał niebieskich otwarła dopiero oczy ludziom wieszczbiarstwu oddanym; bardzo wielka odległość gwiazd przekonywa, że te na nasze losy wpływać nie mogą, a nadto ciała te, które razem z ziemią obroty swoje codziennie wykonywają, są niedostateczne do tłomaczenia różności naszego charakteru, namiętności i przyszłego naszego przeznaczenia. Przekonano się, że tak zwane *aspekty* są od wieków koniecznym wypływem raz ustalonych biegów ciał niebieskich, a tym samym wżadnym nie zostają związku z czynnościami

człowieka; sfery te oddalone bardzo od nas, nie dozwalają żadnego współudziału, a jeżeli jest jaka spólność, to jedynie co do światła, które zapewne dla wszystkich ciał niebieskich jest jedném i témże samém.

Przejdźmy teraz do przepowiedni z naszą atmosferą związek mających.

Przodkowie nasi nawet w epoce najświetniéjszego rozwoju pod względem intellektualnym i politycznym, głęboką wiarę przywiązywali do wróżb i prognostyków wszelkiego rodzaju. Nie było ważniejszego wypadku w kraju, z którymby nie powiązano najrozmaitszych zjawisk niebieskich i ziemskich. Nie było męża podniośléjszego umysłu, któryby tym niedorzecznościom wiary nie dawał. Sam Jakób Sobieski utrzymuje, że Chocimską wyprawę zapowiedziało zaćmienie słońca, trzęsienie ziemi i słupy ogniste w powietrzu; podobnie Kordecki w Gigantomachii wspomina o przepowiedniach klęsk, przez wojnę szwecką sprawionych, które się objawiły w biciu piorunów w zimie, krzyżach ognistych ukazujących się na niebie, w sercach przebitych mieczem i t d.

Obserwacye meteorologiczne stanowiły wyłączną część nauki augurów: wiatry, burze, obłoki, zaćmienia i pojawy komet, dostarczały mniej lub więcéj pewnych skazówek. Grzmot i piorun za najpewniejsze poczytywano prognostyki; błyskawica, ukazująca się na prawo, złą była wróżbą, a przeciwnie za dobrą uchodziła przepowiednię błyskawica ukazująca się po lewéj stronie; mniemano bowiem, że wprzestrzenie cisnęła ją prawicą bozka. Tak *np*. Thales przewidział jednego roku nadzwyczajną obfitość oliwy i dla tego téż zakupił wszystkie drzewa oliwne, nim te się kwiatem okryły. Anaksymander radził Lacedemończykom wyść z miasta, bo przewidywał straszne trzęsienie ziemi, które wrzeczy saméj w nocy miało miejsce i wiele domów obaliło. Pherceydes, obserwując powierzchnię wody w studniach, także przepowiadał trzęsienia ziemi. U nas przed kilkudziesięciu laty przepowiadał stan powietrza,to ogrodnik podlaski, to znowu meteorolog warszawski. Za naszych nawet czasów widzieliśmy dziwnie sprawdzające się przepowiednie pogody fran-

cuzkiego meteorologa Mathieu de la Drôme, że już nic nie powiémy o trafnych nieraz meteorologicznych prognostykach naszych wieśniaków. Lecz takie wróżby, jako oparte na doświadczeniu, nie wchodzą do kategoryi wieszczbiarstwa.

Dodatek jedynasty.

O pozornym biegu planet.

Bardzo łatwo tłomaczy się pozorny bieg planet podług układu Kopernika, kiedy tymczasem bieg taki podług układu Ptolomeusza nie był zupełnie do wytłomaczenia. Planeta bieży raz prędzéj, drugi raz powolniéj ku wschodowi; poczém zatrzymuje się i zdaje się jakiś czas spoczywać; dalej opisuje łuk raz większy, drugi raz mniejszy ku zachodowi.

Tych wszystkich biegów *kierunkowych* i *wstecznych*, tych *punktów stanowisk*, w biegu planety z ziemi dostrzeganych, przyczyną jest, że nie patrzymy na tenjéj bieg z środka słońca, ale z powierzchni ziemi, a która to ziemia raz prędzéj, drugi raz powolniéj w około słońca krąży, podług tego, jak jest bliższą lub dalszą od niego. I dla tego to promienie oczne,

poprowadzone od ziemi do planety i przedłużone, aż do pozornego sklepienia nieba, posuwają się raz prędzéj, drugi raz powolniéj ku wschodowi, spoczywają pozornie pewien czas, a potém dążą ku zachodowi, podług tego, jak ziemia i uważana planeta, albo w tym samym kierunku, albo w kierunku przeciwnym bieżą.

Bieg taki przedstawia nam Fig. 31 dla *dolnéj planety.* Niech S. wyobraża nam słońce, zaraz po niém następujący okrąg koła, niechaj przedstawia drogę *Merkurego*, którą planeta ta w 88 dniach całkowicie opisuje, a ztąd okrąg ten dzielimy na 11 części równych, z których każda oddzielnie wyobraża łuk, który Merkury w ciągu 8 dni przebiega. Zatoczmy znowu łuk AC, który ziemia w 88 dniach przebiega i ten podzielmy także na 11 części równych; HL jest łukiem odpowiadającym na niebie. Jeżeli się ziemia znajduje w punkcie A, a Merkury w punkcie *m* natenczas jest on za słońcem *w górnem złączeniu*, najbardziéj oddalonym od ziemi i widziemy go razem ze słońcem w kierunku ASmo.

Kiedy ziemia bieży od punktu A i przechodzi przez punkta 1, 2, 3, 4, to Merkury przechodzi przez tak samo na swojéj drodze oznaczone punkta: posuwa się coraz daléj poza słońcém ku wschodowi, a wieczorem świéci na zachodniéj części nieba; promienie zaś oczne prowadzone od ziemi do Merkurego wskazują szybki jego na niebie bieg ku wschodowi. W punkcie 5 bieg ten jest już powolniejszym. ponieważ Merkury zbliża się coraz bardziéj do ziemi.

Pomiędzy punktami 5 i 6 zdaje się on pewien czas spoczywać i jest po lewéj stronie, najbardziéj oddalony od słońca, dążąc ku ziemi; w tém jego położeniu promień oczny nie porusza się, ani ku wschodowi, ani ku zachodowi. W punkcie 6 promień ten oczny posuwa się ku zachodowi, w 7 jeszcze bardziéj, tak, że Merkury wstecz ku zachodowi postępuje i coraz bardziéj do ziemi zbliżać się zdaje. Pomiędzy punktami 7 i 8, kiedy ziemia staje w B, a Merkury w *n* zupełnie pomiędzy nami i słońcém, natenczas jest on w swojém *dólnem złączeniu*, będąc najbliż-

szym ziemi. Jego cofanie się ku zachodowi jest wtedy najmocniejszém. Pomiędzy punktami 8 i 9 Merkury zdaje się posuwać ku zachodowi i oddala się od słońca, będąc z rana na wschodniej części nieba widzialnym. Trochę za punktém 9, jest on najbardziéj oddalonym ku zachodowi, zdaje się znowu przez jakiś czas spoczywać i znajduje się wprost naprzeciwko ziemi. Nakoniec pomiędzy punktami 10 i 11 bieży znowu pozornie Merkury ku wschodowi. W dwóch różnych epokach Merkury zachodzi wkrótce po słońcu; później oddala się od niego na wschód i zachód i to oddalanie się wynosi 16 do 20 stopni. Podobnie tłomaczy się bieg pozorny planety Wenus; a oddalanie się jéj od słońca na wschód i zachód wynosi 48 stopni.

Na Figurze 32 tłomaczy się bieg pozorny któréjkolwiek *planety górnéj*. Pierwszy w około słońca nakreślony okrąg koła przedstawia drogę ziemi; *ab* jest częścią drogi Jowisza, a *mn* częścią drogi zwierzyncowéj. Droga ziemi podzielona jest na 12 części równych, z których ona każdą w ciągu

miesiąca przebiega. W tym samym czasie, kiedy ziemia kończy cały swój obieg, Jowisz przebiega część swojéj drogi od *o* do 12: kiedy ziemia znajduje się w *o*, a Jowisz w odpowiednem *o*, natenczas jest on w *złączeniu* z słońcem, a zarazem jest poza niém najbardziéj od nas oddalonym. Kiedy teraz ziemia przebiega od punktu *o* do punktów 1, 2, 3, 4, a Jowisz odpowiedne im także punkta 1, 2, 3, 4, to promienie oczne przeszywają sklepienie nieba ku wschodowi; a Jowisz zdaje się naprzód pomykać, tak jak się i rzeczywiście posuwa, ale daleko prędzéj; kiedy ziemia zbliża się do punktu 5, to Jowisz biegnie, ale powoli, i przestaje się poruszać, dla tego, że ziemia posuwa się wprost po drodze Jowisza. W punkcie 6 promień oczny posuwa się już ku zachodowi, a tém samem Jowisz zdaje się wstecz cofać. Pomiędzy punktami 6 i 7 ziemia staje w punkcie *d'* a Jowisz jest w *przeciwległości*, to jest o 180 stopni oddalony od słońca, i tu to ziemia staje pomiędzy słońcém a Jowiszem, będąc wodległości od niego najmniejszéj; promienie oczne padają poza nim,

będąc najbardziéj ku zachodowi oddalone, a pomiędzy punktami 8 i 9 ruch ten ustaje dla tego, że ziemia znowu wprost się ku drodze Jowisza posuwa. W punkcie 9 promień oczny posuwa się znowu ku wschodowi, i to posuwanie się jest w punktach 10, 11 i 12, coraz znaczniéjszém. Kiedy ziemia znajduje się w punkcie *o* z jednéj, a Jowisz z drugiéj strony słońca, natenczas jest on dla nas niewidzialnym: a kiedy ziemia znajduje się w punktach 1 i 2, to Jowisz rano na wschodniéj stronie nieba błyszczy. W punkcie 3 przechodzi on o 6 godzinie rano przez południk, czyli o tym czasie góruje. Pomiędzy punktami 6 i 7 błyszczy on całą noc i o północy dostrzegamy go na stronie południowéj nieba. Kiedy znowu ziemia znajduje się pomiędzy punktami 9 i 10, to Jowisz góruje o 6 godzinie wieczór. Nakoniec, kiedy ziemia posuwa się od punktu 11 do 12, to Jowisz świéci na zachodniéj stronie nieba; a kiedy ziemia staje na powrót w punkcie 1, to planetę tę słońce zupełnie zakrywa.

SPIS RZECZY.

Strona.

Strona.

Strona.

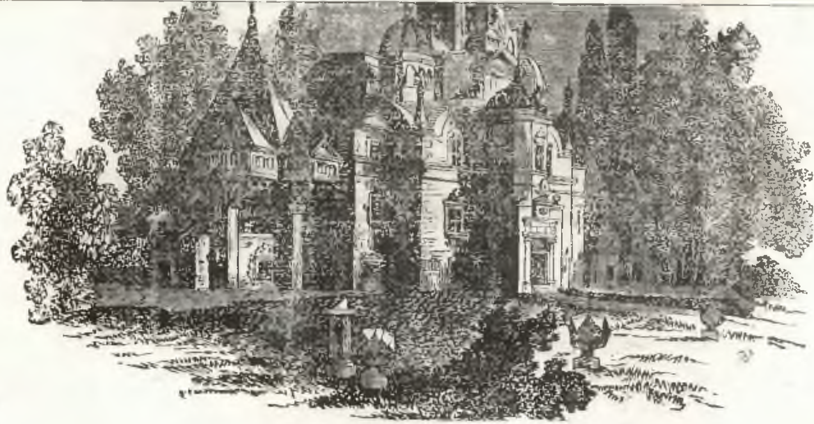
ATLAS
ASTRONOMICZNY.

Drzeworyty oznaczone w spisie literą N. są roboty Pani *Nawroczyńskiéj*.

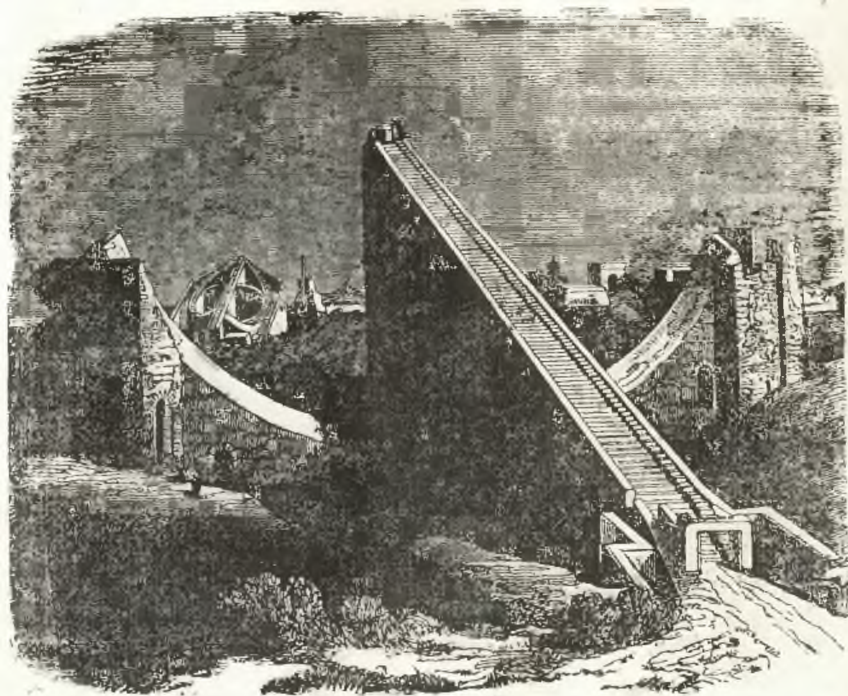
SPIS DRZEWORYTÓW.

16. Teleskop Gregorego.
17. Teleskop olbrzymi Herszla.
18. Teleskop Lorda Rossego.
19a 19b. Liniał z celownikami i astrolabium.
20. Libella czyli równowaga powietrzna N.
21a 21b. Wernier i mikrometr. N.
22. Teodolit.
23. Koło murowe.
24. Koło południkowe i Refraktor.
25. Luneta paralatycznie ustawiona.
26. Ekwatoryał.
27. Sala dostrzeżeń w obserwatoryum Paryzkiem.
28. Układ świata Ptolomeusza.
29. Układ świata Egipcyan.
30. Układ słoneczny Kopernika.
31. Bieg pozorny planety dólnéj. N.
32. Bieg pozorny planety górnéj. N.
33. Stosunek wielkości planet. N.
34. Obraz tarczy słońca.
35. Droga ziemi wokoło słońca.
36. Mars.
37. Jowisz.
38. Saturn z swojemi pierścieniami.

Oprócz tego w ciągu dziełka znajdują się następujące drzeworyty:



25. Obserwatoryum Tychona Brahe.



1. Obserwatoryum Indyjskie przy Delhi.



2. Obserwatoryum Tychona Brahe.







3. Obserwatoryum w Grynicz.

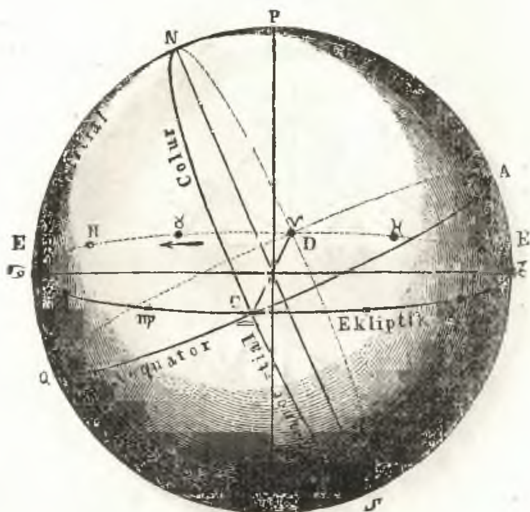


4. Obserwatoryum w Pulkowie.

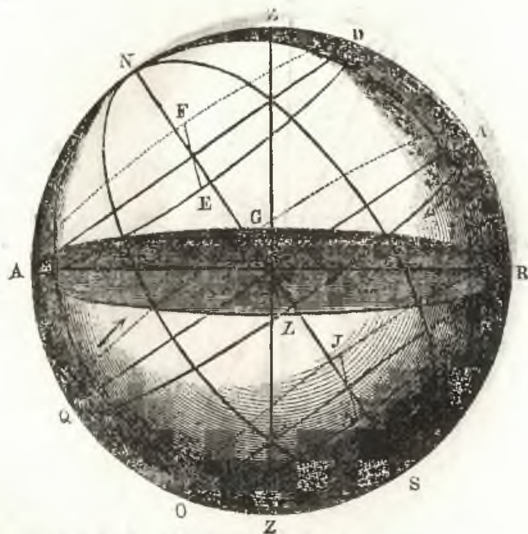


5. **Obserwatoryum w Warszawie.**

6. Koła i łuki wyznaczające położenie ciała niebieskiego względem poziomu.



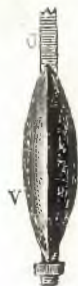
Równik. Ekliptyka. Koło porównań dnia z nocą, i koło przesileń.



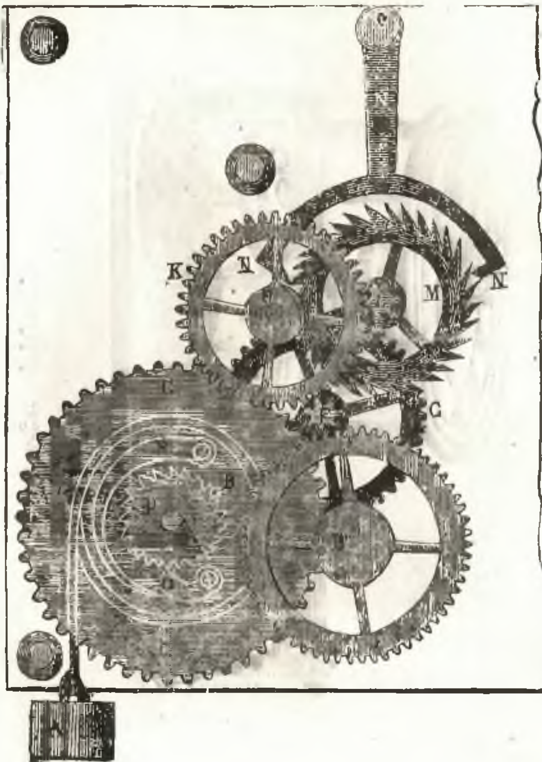
8. Równoleżniki, koła godzinne i południki.



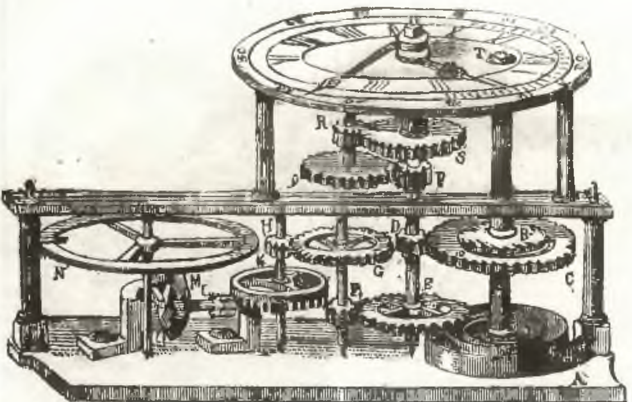
Głob ziemski.



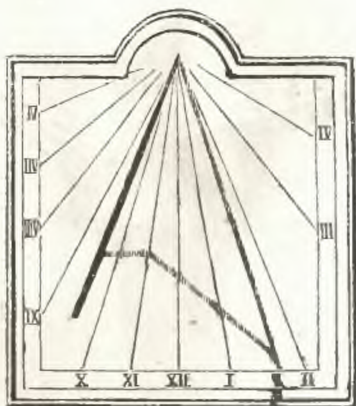
9. Zegar wahadłowy widziany z boku.



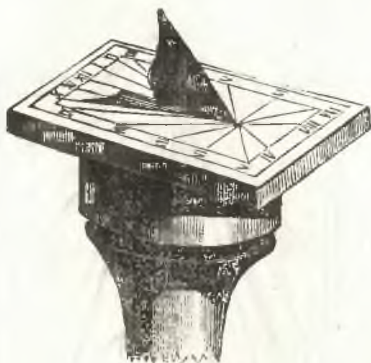
10. Zegar wahadłowy widziany wprost.



11. Zegar sprężynowy.



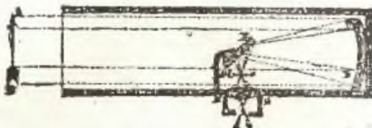
12. Kompas pionowy południowy.

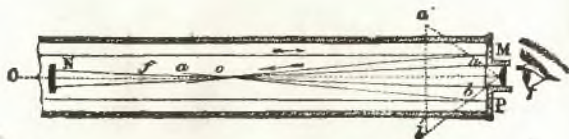


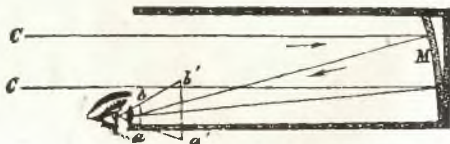
13. Kompas poziomy.



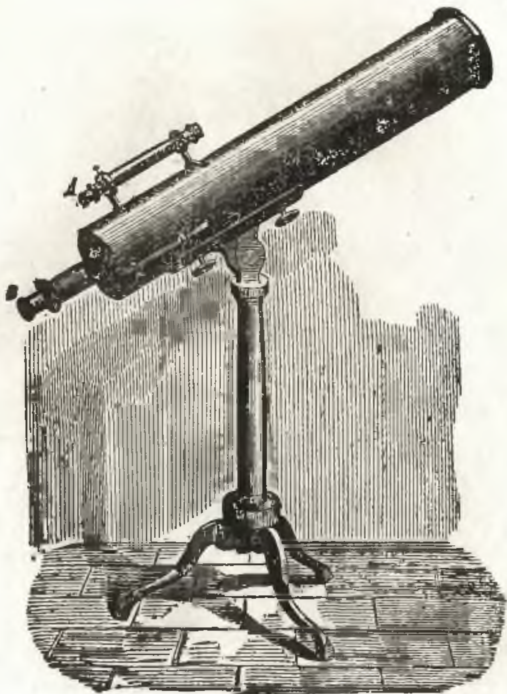
14. Układ szkieł w lunecie.



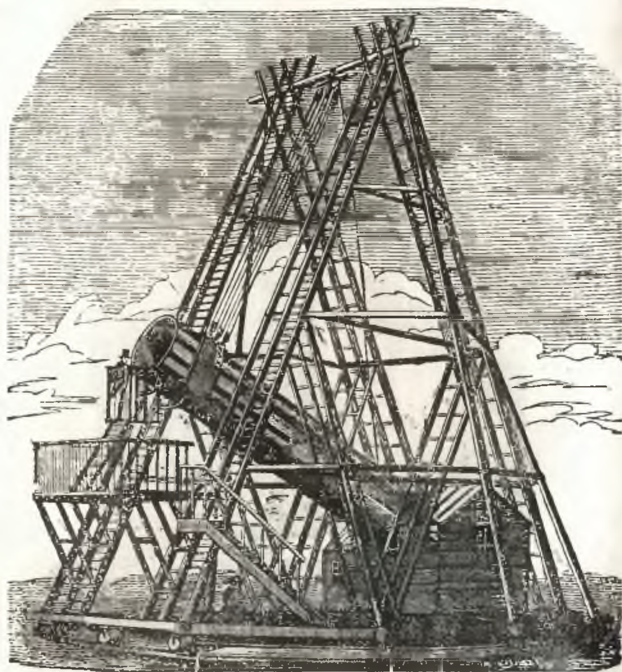




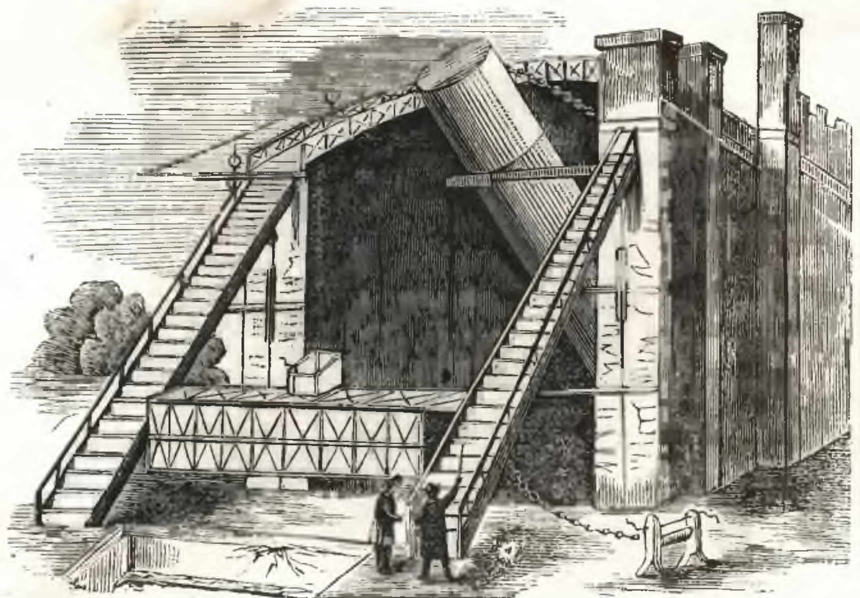
15. Teleskopy.



16. Teleskop Gregorego.



17. Teleskop olbrzymi Herszla.



18. Teleskop Lorda Rosse na zamku Personstown.



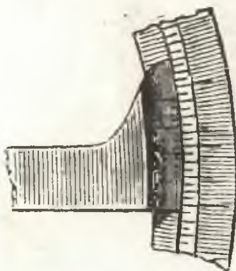
19 a. Liniał z celownikami.



19b. Astrolobium.



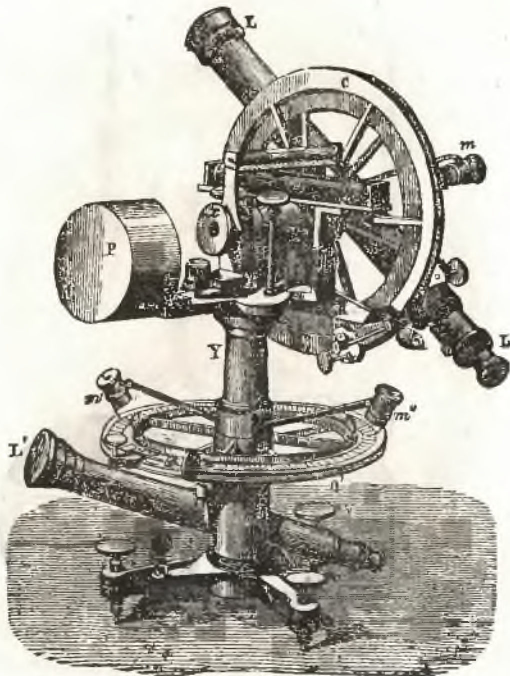
20 Libella.



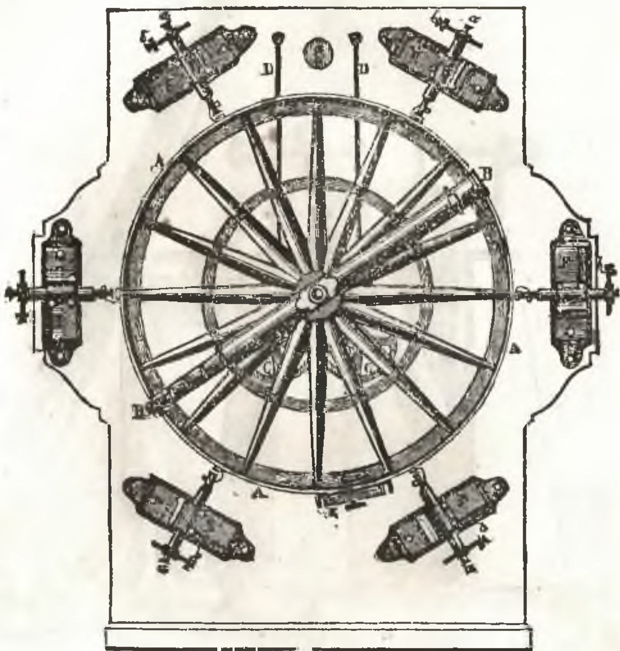
21a. Wernier.



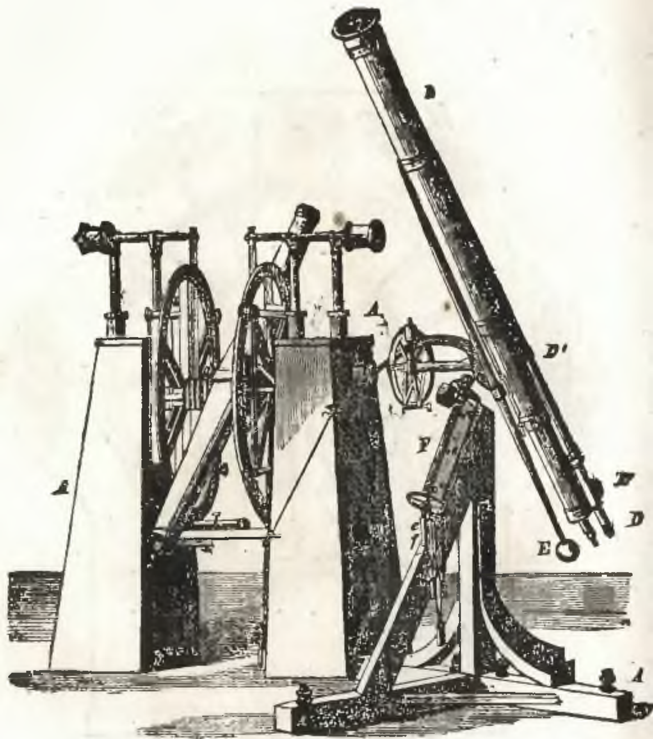
21b. Mikrometr.



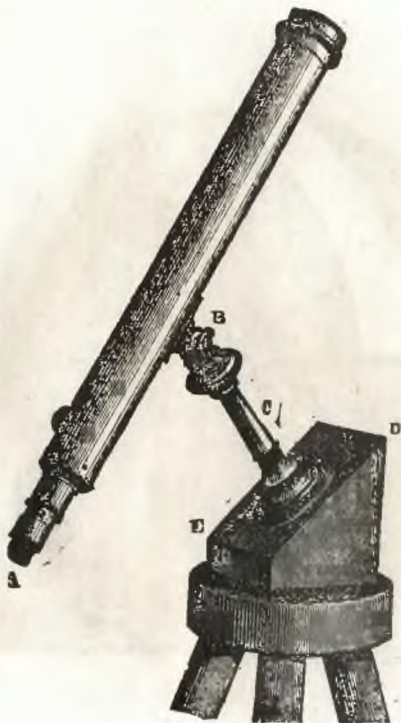
22. Te odolit.



23. Koło murowe.



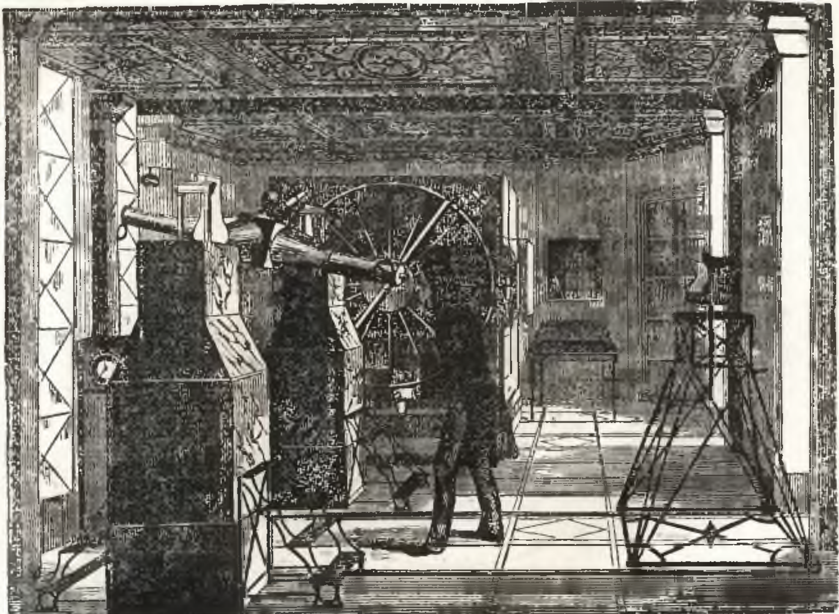
24. Koło południkowe i Refraktor



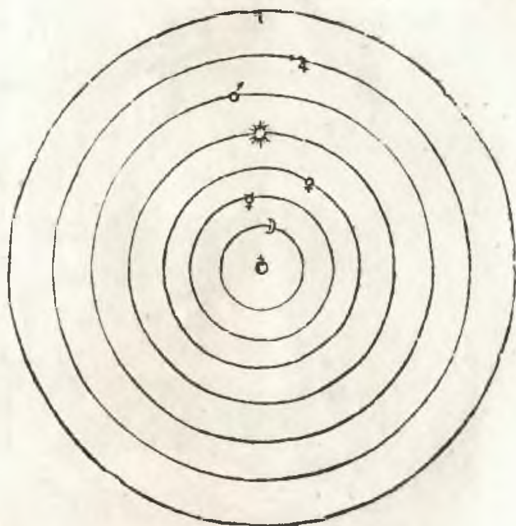
25. Luneta paralaktycznie ustawiona.



26. Ekwatoryał.



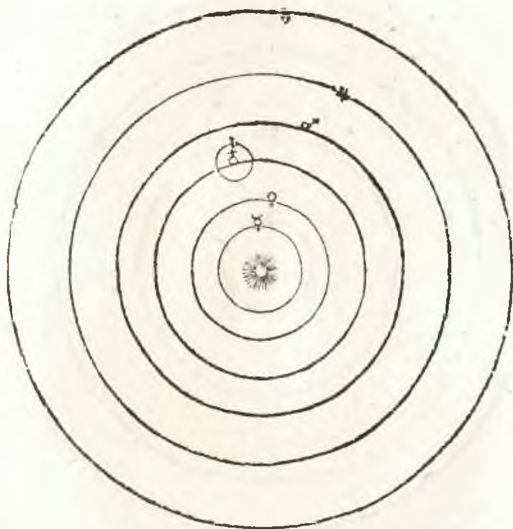
27. Salon dostrzeżeń w Obserwatoryum Paryzkiem.



28. Układ świata Ptolomeusza



2). Układ swiata Egipcyan.



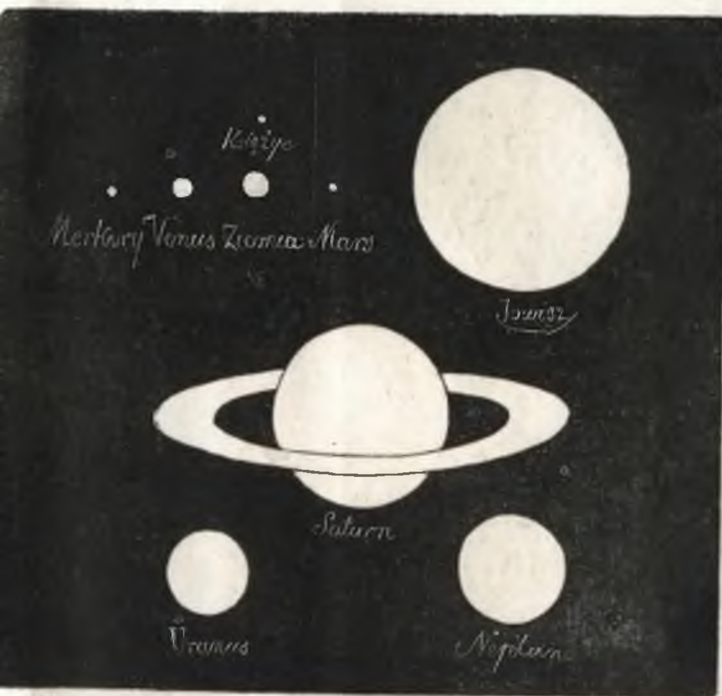
30. Układ słoneczny Kopernika.



31 Bieg pozorny planety dolnéj.



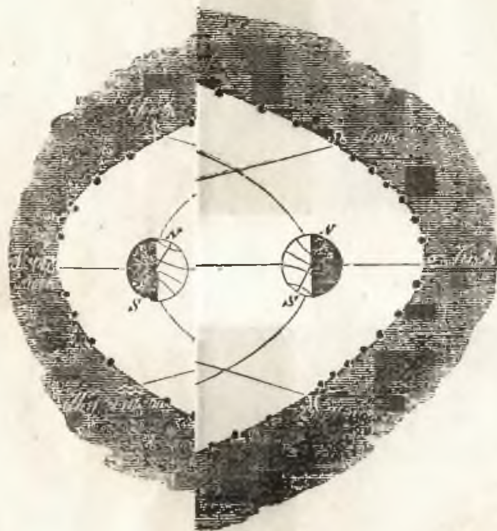
32. Bieg pozorny planety górnej.

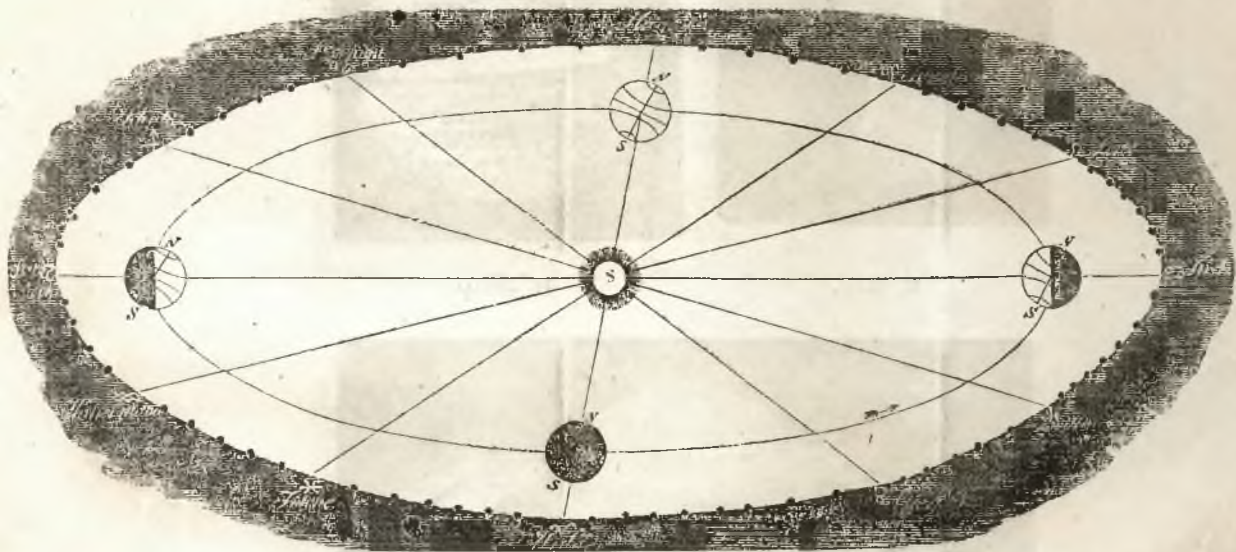


33. Stosunek wielkości planet



34. Fotograficzny obraz tarczy słońca pokrytéj plamami.





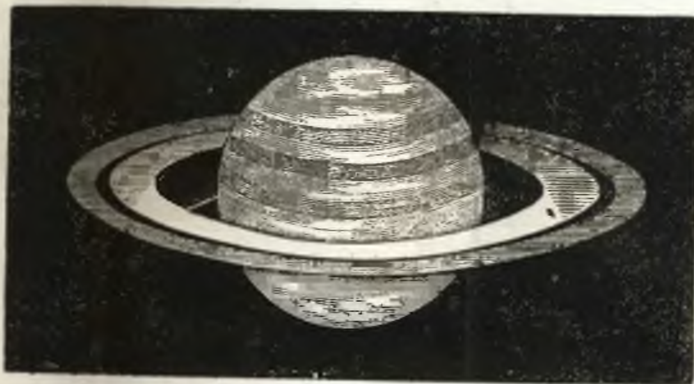
35. Droga ziemi około słońca.



36. Mars.



37. Jowisz.

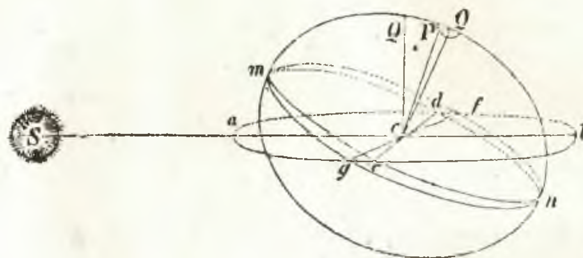


38. Saturn z swojemi pierścieniami.

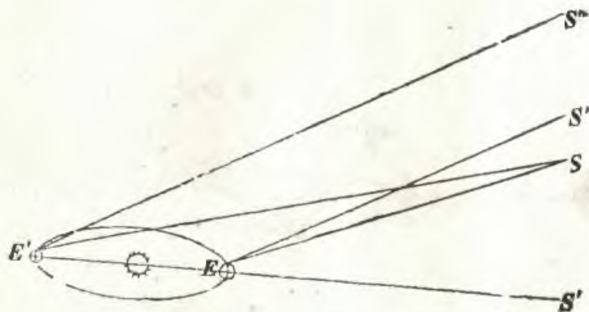


37. Jowisz.



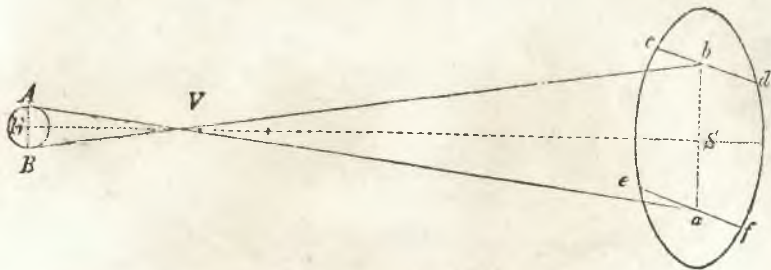


39. Cofanie się punktów równonocnych.



40. Roczna paralaksa gwiazd.

41. Wyznaczenie odległości ziemi od słońca za pomocą przejścia planety Wenus przed tarczą słońca.



41. Wyznaczenie odległości ziemi od słońca za pomocą przejścia planety Wenus przed tarczą słońca.

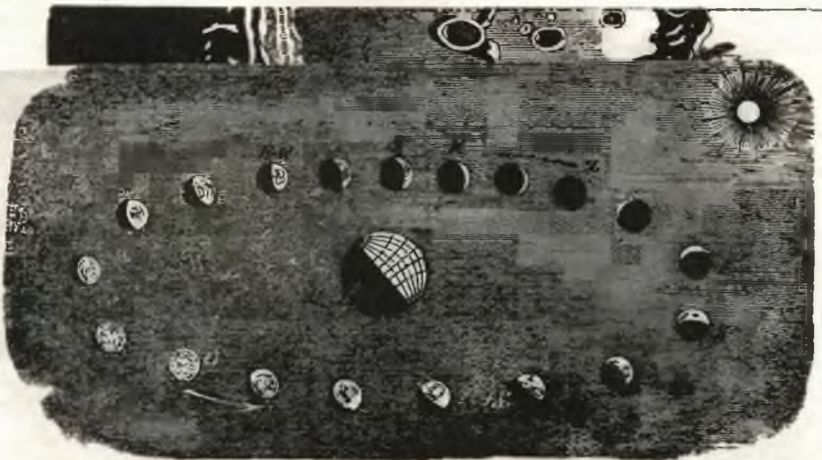


42. Mappa Księżyca.

II Morze chmur. III M. obłoków. IV M. wyziewów. VI M. pogody. VIII M. spokojne X M. płodności. XI M. słodyczy.

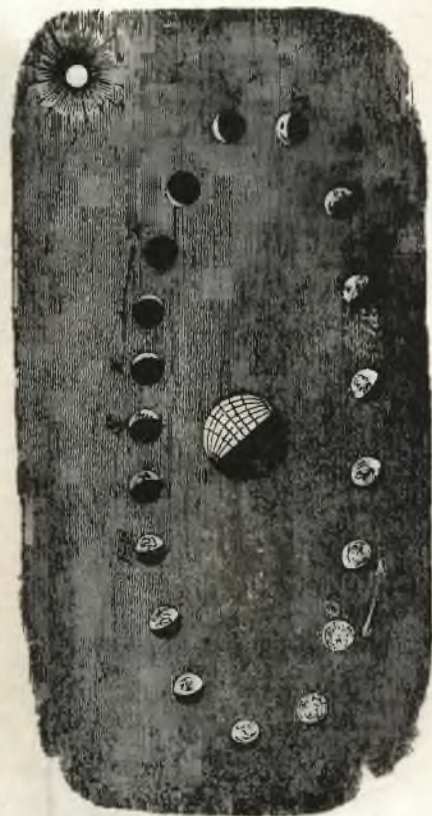
Góry koliste, 2 Kepler. 3 Mayer. 4 Kopernik. 5 Eratostenes. 9 Kondamin. 10. Arystyppus. 11. Antolikus. 12. Kassini. 13. Pliniusz. 14. Pitagoras. 16. Archimedes 17. Hughens. 18. Tycho. 19. Magius. 20. Newton. 21. Arystoteles. 22. Euklides.


60
60
30
30
15
21
9
II
16
10
17
3
4
2
I
25
VIII



43. Odmiany światła księżyca.

45. Kratery księżyca.



43. Odmiany światła księżyca.



44. Połowa sierpu księżyca.





46. Pasmo koliste gór na księżycu.



47. Cień rzucony przez ziemię.



48. Korona słońca podczas całkowitego jego zaćmienia.

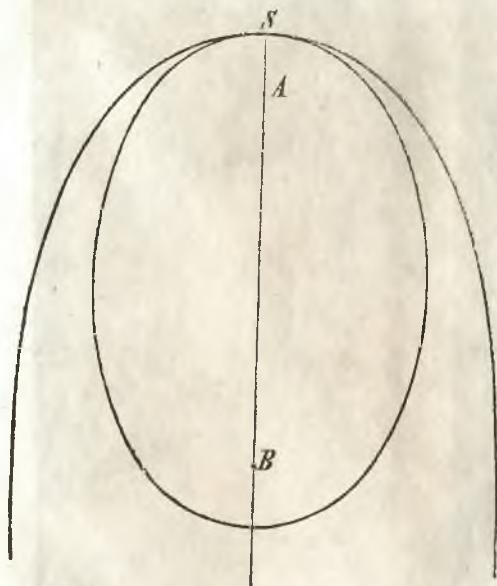




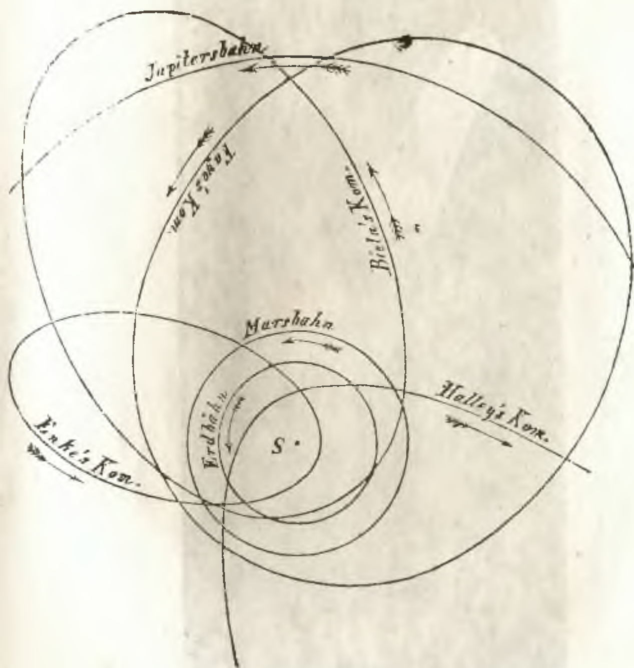
49. Promienistość i wyskoki brzegu słońca.



50. Zorza zwierzyńcowa.



51. Parabola i Elipsa.



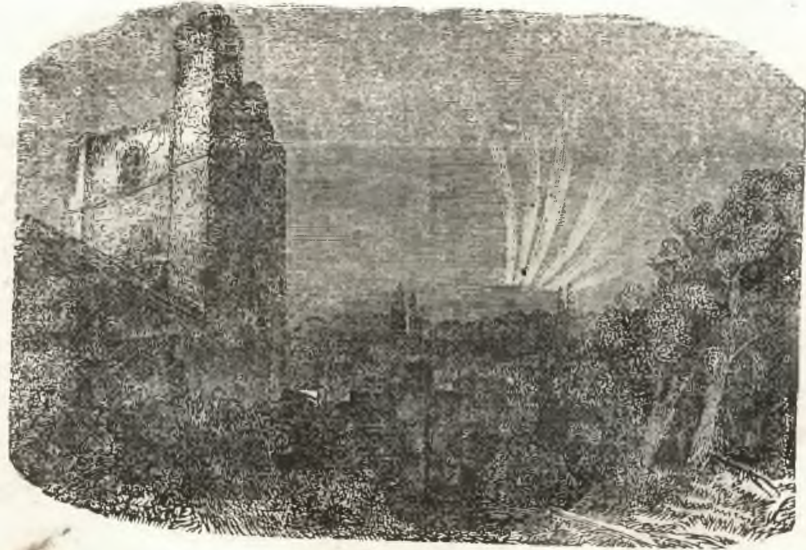
52. Drogi komet wewnętrznych.



53. Kometa z r 1811.



54 Widok Haleja komety.



55. Kometa z r. 1744.

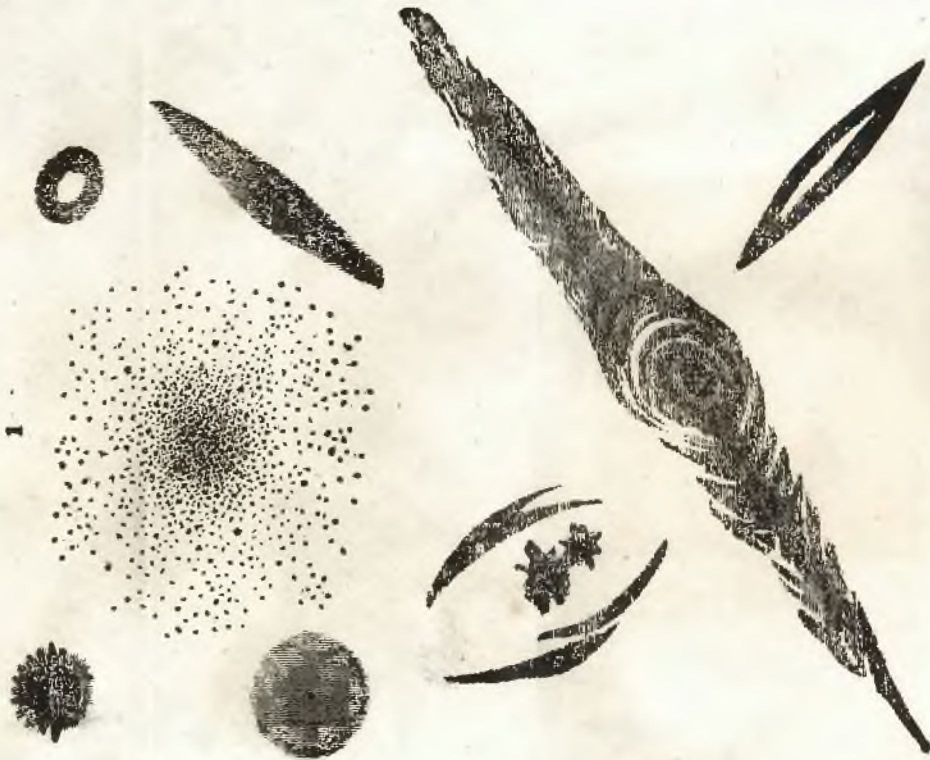


56. Mgliste gwiazdy spiralne.





5". Gwiazda mglista w Oryonie.



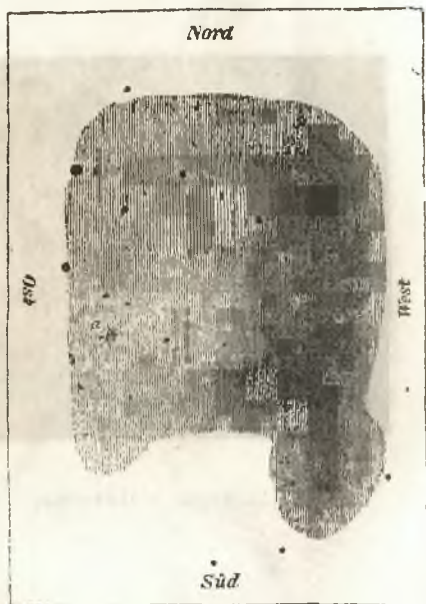
58. Kupki gwiazd: 1. w Wodniku. 2. w Lwie wielkim. 3. Podwójna gwiazda mglista w Bliźniętach 4. Gwiazda mglista w Wodniku. 5. Gwiazda mglista w Byku. 6. Gwiazda mglista obrączkowa w Lutni. 7. Taka gwiazda w Andromedzie.



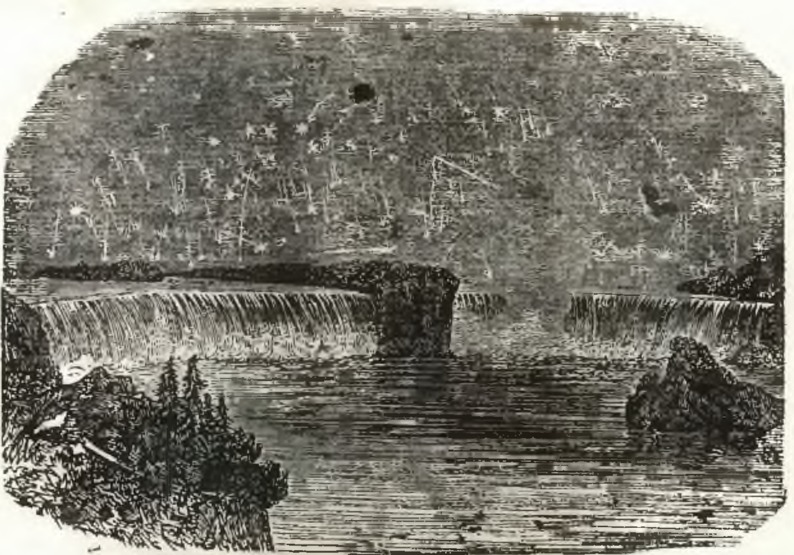
. Podwójna gwiazda mglista w Bliźniętach Byku. 6. Gwiazda mglista obrączkowa Andromedzie.



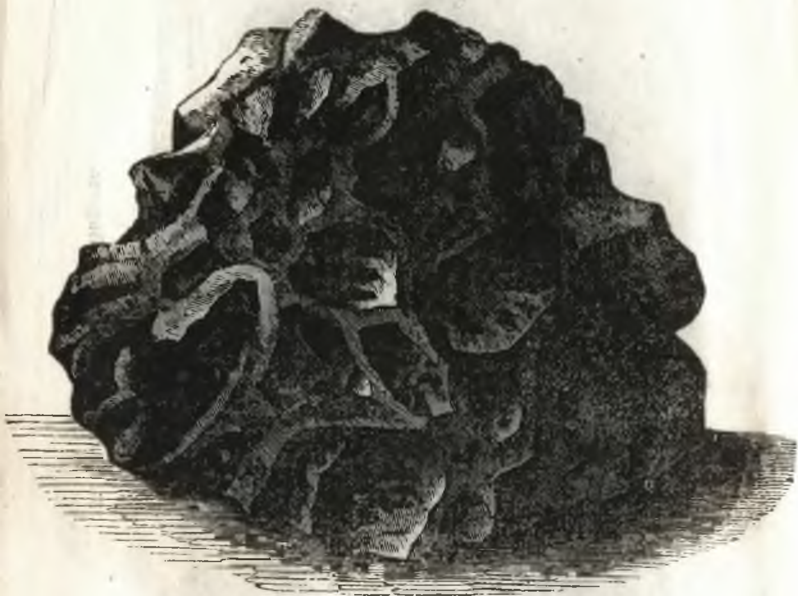
59. Kupka gwiazd w Herkulesie.



60. Obłok Magellana.



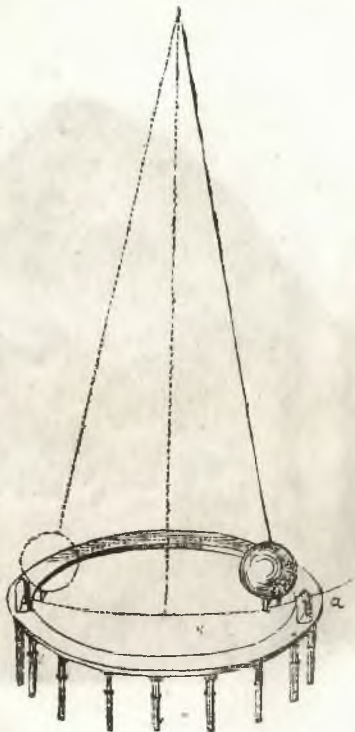
61. Gwiazdy spadające w Niagarze.



62. Kawałek kamienia spadły w Brenau.



63. Kamień spadły w Pułtusku.



64. Wahadło Foucaulta.

MAPPA NIEBA.

Gwiazdozbiory.

1. Niedźwiedź mały.
2. Niedźwiedź wielki.
3. Smok.
4. Cefeusz.
5. Kassiopea.
6. Andromeda.
7. Perseusz.
8. Żyraffa.
9. Wolarz.
10. Psy gończe.
11. Włosy Bereniki,
12. Korona północna.
13. Herkules.
14. Wężownik.
15. Lutnia.
16. Łabędź.
17. Lis i Gęś.
18. Orzeł.
19. Delfin.
20. Koń mały.
21. Antonius.
22. Pegaz.
23. Jaszczurka.
24. Berło Fryderyka.
25. Ryby. gw. zwierz.
26. Trójkąt.



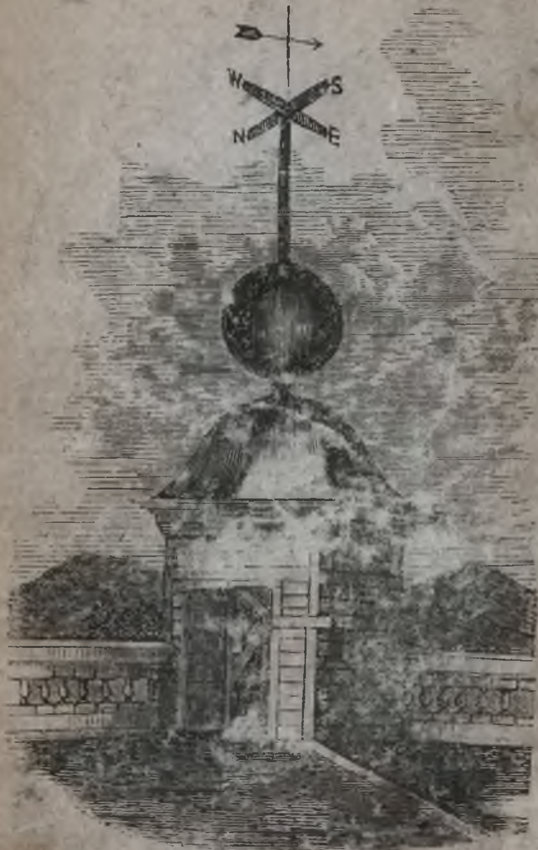
Ciąg dalszy.

27. Baran, gw. zwierz.
28. Byk, gw. zwierz.
29. Woźnica.
30. Bliźnięta, gw. zwierz.
31. Ostrowidz.
32. Rak, gw. zwierz.
33. Lew, gw. zwierz.
34. Lew mały.
35. Panna. gw. zwierz.
36. Waga, gw. zwierz.
37. Niedźwiadek, gw. zwierz.
38. Strzelec, gw. zwierz.
39. Koziorożec, gw. zwierz.
40. Wodnik, gw. zwierz.
41. Ryba południowa.
42. Wieloryb.
43. Erydan.
44. Oryon.
45. Zając.
46. Jednorożec.
47. Pies wielki.
48. Pies mały.
49. Wąż wodny.
50. Sekstans.
51. Puchar.
52. Kruk.

Mappa ta obejmuje wielką liczbę gwiazd od pierwszéj do piątéj wielkości, które w ciągu roku znajdują się nad poziomem sfery ukośnéj północnéj, w kole od bieguna północnego do równoleżnika południowego, o 30° od równika oddalonego; na niéj koło pełne znaczy równik a koło kréskowane ekliptykę. Najważniéjsze gwiadozbiory odgraniczone są kréskowanemi liniami i naznaczone liczbą arabską; ich odpowiednia nazwa znajduje się obok. Liczby rzymskie znaczą koła godzinne.

SPROSTOWANIE OMYŁEK.

Str.	*Wiersz.*	*Zamiast.*	*Czytaj.*
na stronnicy, na której znajdują się źródła:			
	2 od doł.	pszystępnie.	przystępnie
1	5 " "	dowiadujemy	dowiadujemy się
1	1 " "	należącem	należącemi
2	13 " gór.	sto jeden	sto sześć
3	9 " "	się	się im
3	3 doł.	światła	swiata
4	1 " gór.	Takież	Jakież
7	2 " doł.	jak sternik	jak sternik głębokości oceanu
7	1 " "	wgłebie oceanu	w jego głębię
10	3 " "	który	która
14	1 " "	kulisty	kolisty
18	10 " gór.	gzinę	dzinę
19	15 " "	przedziałów	przedziałach
30	3 " "	obrot	obrotach
31	7 " "	sto	sto sześć
32	7 " "	334	384
38	2 " "	ciała	ciał niebieskich
45	3 " doł.	uogolniwszy je	uogólniwszy prawa biegu ciał niebieskich
49	8 " "	które	który
71	4 " gór.	tłunaczy	tłomaczy
151	. . . .	*trzeba dodać:*	Oprócz tego bywają często okultacye, czyli zakrycia gwiazd, lub planet, przez tarczę księżyca.


W
S
N
E